

А. С. БЕРГ

КЛИМАТ _и ЖИЗНЬ



Акад. Л. С. БЕРГ

К Л И М А Т И Ж И З Н Ь

2-е ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ИЗДАНИЕ

О Г И З
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1947

Памяти

великого климатолога и географа

Александра Ивановича

Воейкова

ПРЕДИСЛОВИЕ

Все науки, говорит Цицерон, столь тесное имеют между собою взаимодействие и соединение, что по справедливости за одну и неразделимую фамилию их посчитать надлежит. Примечание сего великого человека поверяется опытом очевидным.

Ломоносов. О качествах стихотворца. Рассуждение (1755).

Книга «Климат и жизнь» вышла в свет впервые в 1922 году. Государственное издательство географической литературы предложило мне переиздать эту книгу.

В настоящем издании книга сильно переработана и дополнена. Раздел о фауне Байкала исключен, так как он появится в другой работе, выпускаемой тем же издательством. Глава «Общие сведения о климате» опущена ввиду того, что подробности об этом предмете можно найти в книге автора «Основы климатологии» (2-е изд., 1938).

Цель сборника «Климат и жизнь» — показать влияние изменений климата на рельеф, растительность, фауну, почвы и вообще на природу. Основные идеи, которые защищает автор, следующие:

1. За последние 2 000 лет нельзя подметить изменения климата в сторону непрерывного уменьшения количества выпадающей влаги («усыхания»). Скорее даже наоборот: наблюдается некоторое увлажнение, на фоне которого происходят климатические колебания малой продолжительности (от 20 до 50 лет). Примером может служить недавнее потепление, длившееся с 1919 по 1938 год.

2. Современной эпохе предшествовало время с более сухим климатом, когда степи и пустыни распространялись значительно дальше к северу чем ныне.

3. Как можно видеть по распространению морских животных, влияние ледниковой эпохи сказалось уменьшением температуры даже в тропиках.

Большая часть глав была помещена ранее в различных научных изданиях отдельными статьями. Здесь они являются переработанными и дополненными, особенно — глава о лесе.

Пользуюсь случаем принести искреннюю признательность редактору Географического издательства Н. А. Гомозовой, потратившей много труда на издание этой книги.

Ленинград, апрель 1946 г.
Кабинет физической географии
Ленинградского университета.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НЕДАВНЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В СТОРОНУ ПОТЕПЛЕНИЯ

В какие-нибудь полтора десятка лет и даже еще более короткий промежуток времени произошло такое изменение в распределении представителей морской фауны, какое связывается обыкновенно с представлением о долгих геологических промежутках.

Книпович, 1931.

За историческое время, как известно, в северном полушарии произошло смещение растительных зон к югу: лес частью занял территорию лесостепня, лесостепь захватило северную окраину степи и т. д. Обратное: исторической эпохе предшествовало время более сухое и теплое, когда леса значительно продвинулись в область тундр, степь заходила далеко в глубь теперешней лесной зоны, а современные полупустыни имели облик пустынь¹. По сравнению с этой сухой и теплой эпохой историческое время отличается сравнительно более влажным и прохладным климатом.

Однако в 1919—1938 годах происходил обратный процесс — потепление, резко выраженное в течение названных двух десятилетий, но намечавшееся еще со второй половины прошлого века.

ПОТЕПЛЕНИЕ В АРКТИКЕ

Начиная приблизительно с 1919 года, в Арктике наблюдалось исключительное потепление², которое, наряду с успехами изучения Арктики и усовершенствованиями в технике кораблевождения, позволило нашим судам в течение одного сезона совершать рейсы по Ледовитому морю из Мурманска в Тихий океан и обратно. На потепление вод Баренцева моря впервые обратил внимание в 1921 году Н. М. Книпович, основываясь на гидрологическом разрезе, произведенном вдоль Кольского меридиана в мае того же года³.

С 1919 года температура воды в Баренцевом море заметно повысилась по сравнению с предыдущим временем. За годы 1912—1918 средняя

¹ Подробности см. в гл. II, IV, V.

² Л. С. Берг. Недавние климатические колебания и их влияние на миграции рыб. «Проблемы физической географии», II, 1935, стр. 73—84.

³ Н. М. Книпович. О термических условиях Баренцева моря в конце мая 1921 г. Бюлл. Росс. гидрол. инст., № 9, 1921, стр. 10—12. См. также его же: Гидрология и промысловое дело. «Исследования морей СССР», № 11, 1930, и Бюлл. Ком. по изуч. четверг. периода, 1931, № 3.

температура поверхностной воды этого моря (на север до 77° с. ш., на запад до 17° в. д.) летом (июль-сентябрь) отклоняется от многолетних средних (1912—1928) на $-0,7^\circ$, за годы 1919—1928 на $+1,1^\circ$, т. е. потепление в среднем составляет $1,8^\circ$.

Потепление захватило не только поверхностные, но и более глубокие слои. Во время уже упомянутого рейса, сделанного в конце мая 1921 года вдоль меридиана г. Колы от 69°30' до 72° с. ш., в Баренцовом море наблюдались температуры более высокие, чем в конце мая 1901 года: на глубинах 0—200 м разница в пользу 1921 года составляла от 1,4 до 3,4°, в среднем 1,9°. Вообще с 1921 по 1932 год (последний, подвергнутый исследованию)³ средняя температура всей массы воды Баренцова моря от поверхности до 200 м для мая вдоль Колыского меридиана была выше чем в 1901 году за исключением—что весьма знаменательно—1929 года, отличавшегося необычайным по своей интенсивности вторжением арктических воздушных масс в Европу. То же справедливо и для августа.

Потепление распространилось и на глубины свыше 200 м. По данным Г. Свердрупа (1933), в полярном бассейне к северу от Шпицбергена, примерно под 80° 40' с. ш. и 16° в. д., в слое между 200 и 400 м отмечены такие температуры и солености:

	1912	1922	1931
Температура	1,7	3,7	3,2°
Соленость	34,90	35,05	35,10‰

В соответствии с потеплением поверхностных слоев воды и температура воздуха на севере, примерно с 1919 года, заметно повысилась. В ноябре 1935 года температуры воздуха были выше нормальных⁴:

о. Медвежий	на 6,3°
Ян-Майен	» 3,8
Шпицберген	» 10,0
Вардэ	» 3,7

Средняя температура воздуха в Вардэ (северная Норвегия, 70°22' с.ш.) за годы 1926—1931, по сравнению со столетней средней, на $0,5^\circ$ выше. В 1921 году положительная аномалия средней годовой температуры воздуха в Вардэ составляла $2,1^\circ$. Такого теплого года в Вардэ не наблюдалось с 1829 года, когда здесь начались регулярные метеорологические наблюдения. Средняя температура марта 1921 года была на $4,8^\circ$ выше нормальной⁵.

В 30-х годах в Баренцовом море появился ряд теплолюбивых рыб, ранее или совсем не заходивших сюда или заходивших очень редко. Некоторые из этих рыб были добыты в 1936—1937 годах у берегов Новой Земли; таковы: атлантическая сельдь (*Clupea harengus harengus*), обнаруженная под 73° с.ш., пикша, треска, появившаяся в промысловых количествах, далее сайда (*Pollachius virens*), наконец, макрелешука *Scomberesox*

augus, добытая в августе 1937 года у Маточкина шара под 73°30' с.ш. и ранее не отмеченная к востоку от Нордкапа¹.

За 1926—1931 годы температура воздуха в западной Гренландии была заметно выше многолетней средней (F. Loewe, 1935). Лето 1936 года было очень теплым в восточной Гренландии: с начала июля ледяной покров на побережье исчез до 72° с.ш.; такого явления не наблюдалось на памяти человека.

Дрейф «Седова» по полярному бассейну, происходивший на 40 с лишним лет позднее дрейфа «Фрама» и севернее пути последнего, показал, что температура воздуха в полярном бассейне значительно повысилась со времени наблюдений Нансена. Вот средние декабрьские температуры воздуха:

«Седов», 1938, 85° с. ш., 130° в. д.	—22,4°
«Фрам», 1894, 83° с. ш., 106° в. д.	—35,0°

т. е. потепление на $12,6^\circ$. И в другие месяцы наблюдалось повышение температуры, хотя и не столь значительное, например, в октябре и ноябре на 9° с лишним, в феврале 1939 года на 7° и т. д.²

В связи с потеплением некоторые промысловые рыбы стали появляться в Гренландии в больших количествах чем раньше, а другие, более теплолюбивые, впервые обнаружены здесь за последние годы. В 1908—1909 годах треска ловилась в заметных количествах только у южной оконечности Гренландии. С 1917 года она стала появляться все севернее и севернее. В 1925 году ее в промысловых количествах стали ловить, как и в 40-х годах прошлого столетия, на север до острова Диско (западное побережье под 69° с.ш.). А после 1936 года она дошла на север до Упернавика, под 72°45' с.ш. Замечательно, что треска стала метать икру у западных берегов Гренландии. В течение 1930—1937 годов уловы составляли от 60 до 80 тыс. ц в год. На восточном берегу Гренландии, в Ангматсалике (севернее 65°) треска вообще была неизвестна до 1912 года, когда появились единичные особи; с 1920 года ее стало здесь порядочно. Сельдь (*Clupea harengus*)—рыба, раньше почти неизвестная в Гренландии, была обнаружена в 30-х годах в больших количествах в фиордах южной Гренландии на север вплоть до Суккертоппена (65°20' с.ш.); она мечет здесь икру. В августе 1934 года два экземпляра сельди были добыты на западном берегу Гренландии под 72°30' с.ш., а в 1932 г. под 65° с.ш. на восточном³. Появились сайда и пикша; последняя вообще раньше не была известна для Гренландии.

О потеплении вод Гренландии можно судить по тому, что в устье фиорда Готтхоб (Godthaab) на глубине 50 м в июне 1908 года наблюдалась температура $0,6^\circ$, а в июне 1935 года $2,0^\circ$ ⁴. В 20-х и 30-х годах треску и сельдь стали промышленно ловить и у Шпицбергена.

Заметное потепление наблюдается на Новой Земле. Здесь в Малых Кармакулах (72°23' с.ш.) в период 1920—1935 гг., по сравнению

¹ Л. С. Б е р г. Появление бореальных рыб в Баренцовом море. Сборник, посвященный Н. М. Книповичу. М. 1939, стр. 207.—Мне сообщают, что в августе 1939 года эта рыба была снова поймана в Баренцовом море, под 71°06' с.ш., 32°12' в.д.

² В. Ю. В и з е. Климат морей советской Арктики. Л., 1940, стр. 117, изд. Глав. упр. сев. мор. пути.

³ A. J e n s e n. Danske Vid. Selsk. Biol. Meddelelser, XIV, № 8, København, 1939, p. 17.

⁴ В 1937, а особенно в 1938 году, температура воды у берегов юго-западной Гренландии сильно понизилась, и у Суккертоппена в зиму 1937—1938 года и весной 1938 года на поверхности моря обнаружено много мертвой трески, зубатки, морского окуня. Но зато здесь снова появилась холодноводная треска *Gadus morhua ogas*.

¹ В. Ю. В и з е. Об аномалиях температуры поверхностного слоя воды в Баренцовом море. «Исследования морей СССР», № 9, 1929, стр. 36.

² Н. М. К н и п о в и ч. «Исследования морей СССР», № 11, 1930, стр. 28.

³ Н. Н. З у б о в. Труды Гос. Океанограф. инст., II, вып. 4, М., 1932, стр. 40; N. Z u b o w. Geogr. Review, 1933, p. 398.

⁴ R. S c h e r h a g. Eine bemerkenswerte Klimaänderung über Nordeuropa. Ann. Hydr. marit. Meteor., 1936, p. 96—100.

⁵ B. B i r k e l a n d. Ältere meteorologische Beobachtungen in Vardö. Geofysiske publikasjoner, X, № 9. Oslo, 1934, p. 50.

с 1876—1919 гг., все месяцы в среднем стали теплее за исключением апреля. В среднем годовом выводе температура воздуха в Малых Кармакулах такова¹:

1876—1919	—6,5°
1920—1935	—4,6°

В марте 1920 года средняя температура воздуха в Малых Кармакулах превышала многолетнюю среднюю на 10°.

Потепление явственно и на берегах Белого моря; средние годовые температуры воздуха таковы²:

	Средние температуры воздуха		Потепление	Средние температуры воздуха
		1916—1930		1931—1934
Святой Нос	1895—1915	—0,6	+0,5°	—
Змеиногорский маяк	—1,1	0,4	+0,5	—
	—0,1			
Архангельск-Соллобала	1881—1915			
	0,2	0,9	+0,7	1,6
Онега	1887—1915			
	0,9	1,4	+0,5	2,2
Мезень	1883—1915			
	—1,6	—0,7	+0,9	—0,15

Наиболее потептели зимние месяцы (ноябрь—январь); в Мезени температура ноября поднялась на 2,2°. Июль же всюду стал холоднее. Вскрытие Северной Двины у Архангельска за 1881—1915 годы приходилось на 12 мая, за 1916—1934 годы на 8 мая, замерзание соответственно на 8 ноября и 14 ноября³.

В Белом море, как и у берегов Гренландии, за последние годы появился ряд сравнительно теплолюбивых (бореальных) рыб: пикша и сайда (в 1931 году), морской окунь (в 1927 году) и другие.

В связи с современным потеплением можно поставить наблюдаемое на Хатанге⁴ и на Анадыре⁵ распространение на север даурской лиственницы (*Larix dahurica*), у северных пределов ее обитания, на границе с тундрой.

В северной части Тихого океана ряд рыб продвинулся на север. Так, тихоокеанская сардина в промысловых количествах появилась в за-

¹ З. А. Рязанцева. Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. Труды Аркт. инст., LXXIX, 1937, стр. 32.

² А. Соболева. К вопросу о потеплении Арктики. Мет. вестн., 1935, № 5—6, стр. 41—43.

³ Там же, стр. 43.

⁴ Л. Н. Тюлина. Лесная растительность Хатангского района у ее северного предела. Труды Аркт. инст., LXIII, 1937, стр. 154—159.

⁵ Л. Н. Тюлина. О лесной растительности Анадырского края и ее взаимоотношениях с тундрой. Там же, XL, 1936, стр. 192—195.

ливие Петра Великого впервые осенью 1922 года, а в 1929 году она стала в изобилии ловиться в заливе Декастри. В сентябре 1933 года она единичными особями была обнаружена у восточных берегов Камчатки, севернее Петропавловска, именно под 54° с. ш. Заходы сардины в камчатские воды повторялись в 1934 и 1938 годах¹. Тропическая и субтропическая акула, молот-рыба в 1932 году была встречена в Татарском проливе под 49°17' с.ш. Около 1930 года скумбрия появилась у Охотска. В 20-х годах этого столетия в заливе Петра Великого, у Владивостока обнаружено много южных рыб; среди них тропический двузуб (*Diodon holacanthus*)². В 1936 году в Японском море у наших берегов под 44°47' с.ш. была поймана тропическая морская кожистая черепаха (*Dermochelys coriacea*). По свидетельству М. Л. Альперовича, в водах Камчатки были обнаружены следующие южные рыбы: анчоус (*Engraulis japonicus*) в 1929 году, японская макрель (*Pneumatophorus japonicus*) в 1938 году, *Brama japonica* в 1938 и 1939 годах, *Cololabis saira* в сентябре 1939 года. Упомянутый автор ссылается на наблюдения японцев, указывавших в 1926 году, что за последние годы на Хоккайдо во множестве стала ловиться *Cololabis saira*, тогда как прежде рыбаки этого острова не знали даже ее названия.

В течение рассматриваемого периода количество льдов (ледовитость) в арктических морях заметно уменьшилась. В Дэвисовом проливе с первых годов XX столетия ледовитость была ниже нормы, минимума же за период с 1820 по 1930 год она достигла в десятилетие 1921—1930, т. е. тогда же, когда отмечено малое количество льдов и потепление в Баренцовом и Карском морях³. В 1925 году парусная шхуна обогнула Шпицберген, а в 1932 году Н. Н. Зубов на 100-тонном боте «Книпович» обошел вокруг Земли Франца-Иосифа⁴. В 1935 году «Садко» прошел по чистой воде от северной оконечности Новой Земли до Северной Земли и дальше на север до 82°41' с. ш. «Если вспомнить,—говорит В. Ю. Визе⁵,—что летом 1901 года мощный ледокол «Ермак» не мог добраться даже до северной оконечности Новой Земли, то станет понятно, какая огромная перемена произошла в состоянии льдов полярных морей. В 1938 году тот же самый «Ермак» проник в полярный бассейн, в сектор Новосибирских островов, до 83°05' с.ш., поставив этим мировой рекорд северной широты для свободно плавающего судна, т. е. для судна, не находящегося в ледовом дрейфе».

До 1920 года пролив Югорский шар полностью замерзал в среднем 24 ноября. В течение 1920—1937 годов средняя дата замерзания приходилась на 25 января, т. е. на два месяца позже⁶.

¹ В связи с похолоданием, наблюдающимся за последние годы (после 1938 года), тихоокеанская сардина с 1941 года перестала подходить в массовых количествах к берегам Японского моря, как у берегов Японии, так и у наших. В 1942 году уловы были ничтожны, а в 1943 и 1944 годах попадались единичные экземпляры. П. Ю. Шмидт. Проблема дальневосточной сардины. «Рыбная промышленность СССР», М., 1945, сборн. 1, стр. 3). Но зато северные рыбы стали распространяться на юг; так, мойва в 1943 году была обнаружена у берегов Кореи под 40° с. ш., тогда как раньше она проникала на юг не дальше устья р. Тумень-ула (Румянцев, 1946).

² Подробности см. Л. Берг. «Проблемы физической географии», II, 1935, стр. 77—78. Из последующей литературы см. А. И. Румянцев. Об изменениях в составе тепловодной ихтиофауны приморских вод Японского моря. Зоол. журн., 1947, № 1, стр. 47—52.

³ В. Ю. Визе. К вопросу об уменьшении ледовитости полярных морей. Метеор. вестн., 1932, № 1, стр. 18—19.

⁴ Н. Н. Зубов. Льды Арктики. М., 1945, изд. Главн. упр. сев. мор. пути, стр. 349.

⁵ В. Ю. Визе. Климат морей советской Арктики. М., 1940, стр. 121.

⁶ В. Ю. Визе. Там же, стр. 121.

ОТСТУПАНИЕ К СЕВЕРУ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Вечная мерзлота, хорошо известная для г. Мезени по описанию А. Шренка, посетившего этот город в мае 1837 года, оказалась, по данным академической экспедиции 1933 года, отсутствующей; мерзлота, островами, была встречена в 1933 году лишь в 40 км к северу от города Мезени¹. Такое же отступление вечной мерзлоты было отмечено в 1934 году для Печерского края в районе устья реки Усы.

У нас в последнее время писали о «деградации» вечной мерзлоты, т. е. о понижении ее уровня и местами о полном исчезновении в настоящее время². В 1935 году деградация вечной мерзлоты наблюдалась в Чукотском крае, именно—в бассейне Анадыря. В 1937 году то же явление описано специальной мерзлотной экспедицией Академии наук для окрестностей Туруханска, где в качестве сравнительного материала можно было пользоваться наблюдениями Миддендорфа, сделанными в 1843 году. Оказалось, что верхняя поверхность мерзлоты у Туруханска опустилась за истекшие 94 года³ самое меньшее на 10 м.

Эта деградация относится не к исторической эпохе, а происходила, так сказать, на наших глазах—в 1919—1938 гг. или, самое большее, в связи с потеплением, какое происходит с середины прошлого века.

ПОТЕПЛЕНИЕ В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ

Процесс потепления охватил не только Арктику, но и более умеренные широты. По исследованиям Д. Н. Кайгородова, зимы в Ленинграде за период 1894—1920 гг. имеют склонность укорачиваться. Так, средняя продолжительность зимы равнялась⁴:

Годы	Дни
1894—1902	409,2
1903—1911	407,2
1912—1920	404,2

Декабрь 1936 года в Ленинграде, да и в западной Европе, был исключительно теплым: средняя декабрьская температура воздуха в Ленинграде равнялась 0,0° вместо нормальных —5,5°. За последнее столетие такого теплого декабря здесь еще не наблюдалось.

Годы	Средний день вскрытия	Средний день замерзания	Среднее число дней свободных от льда
1706—1759	21/IV	26/XI	220
1760—1813	22/IV	23/XI	215
1814—1867	21/IV	27/XI	219
1868—1921	17/IV	27/XI	223
1706—1882	21/IV	25/XI	217
1706—1921	20/IV	26/XI	219

¹ Н. Датский. Вечная мерзлота в районе реки Мезени и Мезенской губы. Вестн. Академии наук, 1934, № 5, стр. 57—58.

² М. И. Сумгин. О деградации вечной мерзлоты для некоторой части территории, занимаемой ею в СССР. Труды Ком. по изуч. вечной мерзлоты, I, 1932.—М. И. Сумгин и др. Общее мерзлотоведение. М., 1940, гл. VIII.

³ С. П. Качурин. Отступление вечной мерзлоты. Доклады Академии наук СССР, XIX, № 8, 1938, стр. 593—597.

⁴ Д. Н. Кайгородов. Исследование 27 петроградских зим 1894/95—1921/22 гг. Пгр., 1922, изд. Геогр. инст.

Нева в пределах города за последнее столетие в среднем вскрывается раньше, а замерзает позже¹ (см. таблицу на стр. 10, внизу).

То же обнаруживают и фенологические данные². Так, в Ленинграде зацветали:

	1852—1873 (Ф. Гердер)	1871—1920 (Д. Кайгородов)	1921—1932 (Г. Шульц)
Ольха серая	21/IV	16/IV	18/IV
Лещина	3/V	22/IV	20/IV
Осина	10/V	1/V	29/IV
Рябина	9/VI	31/V	2/VI
Липа	20/VII	15/VII	16/VII

Подобное же более раннее зацветание растений в XX веке можно подметить и в Купянске Харьковской области (49°43' с. ш.)³:

	1866—1878	1896—1905	1905—1916
Хохлатка (Corydalis solida)	15/IV	12/IV	8/IV
Терн (Prunus spinosa)	6/V	15/V	4/V
Яблоня (Pirus malus)	13/V	30/V	8/V
Сирень (Syringa vulgaris)	18/V	3/V	12/V
Василек (Centaurea cyanus)	5/VI	11/V	29/V

Прилет птиц в Ленинграде (Святский, л.с., стр. 300):

	1842—1853 (Болэ)	1865—1871 (Геймбюргер)	1910—1920 (Кайгородов)
Грач	26/III	5/IV	13/III
Трясогузка белая	26/IV	2/V	13/IV
Кукушка	12/V	—	4/V

Все эти данные согласно говорят о потеплении климата берегов Финского залива за последние 50 лет.

В Финляндии, начиная с 70—80-х годов прошлого века, наблюдается распространение южных птиц на север. В начале XX века это явление затихло, но в 20—30-х годах резко усилилось.

¹ Д. О. Святский. Колебания климата Ленинграда. «Мироведение», 1926, № 4, стр. 293.

² Г. Шульц. Фитофенологические наблюдения в парке Лесотехнической академии в 1921—1932 гг. Декадный гидрометеор. бюлл., Лгр., 1933, № 17, стр. 14—15.

³ П. Корчагин. «Мироведение», 1927, Труды секции геофизики и фенологии, стр. 45.

Обыкновенная чайка (*Larus ridibundus*) замечена на гнездовье в районе Хельсинки впервые в 1864 году, когда гнездилась одна пара; в 1904 году гнезилось 300 пар, а в 1934—1936 годах—от 5 до 10 тысяч. Пеночка-желтобровка (*Phylloscopus sibilatrix*) в 80-х годах XIX века гнездилась редко в южной Финляндии, теперь она здесь и в средней Финляндии нередка на гнездовье и встречена вплоть до 66° с. ш. (у Куусамо). Это распространение южных птиц на север совпадает с резким потеплением весен, какое наблюдается в Финляндии с 1870—1880 годов¹.

С другой стороны, северные птицы стали в значительно меньшем количестве гнездиться в средней и южной Финляндии; таковы: ронжа (*Perisoreus infaustus*), средний кроншнеп (*Numenius phaeopus*), краснозобая гагара (*Columbus stellatus*), белая куропатка (*Lagopus lagopus*).

Весьма любопытны приводимые финскими авторами данные о средних сроках зацветания ветреницы (*Anemone nemorosa*) у Або или Турку (60°25' с. ш.)²:

1851—1870	11—12/V	1891—1895	27/IV
1871—1889	нет наблюдений	1896—1900	7/V
1881—1885	10/V	1911—1925	27/IV

В среднем за два десятилетия 1916—1935 ветреница зацветала в Або примерно на две недели раньше чем в 1851—1870 годах.

Седергелм в работе, выпущенной в 1798 году, сообщает о нахождении в пределах Ингерманландии, т. е. в восточной части Финского залива, макрели или скумбрии (*Scomber scombrus*). Это указание проф. Кесслер (1864) счел сомнительным. Макрель, говорит он, «наверяд ли когда-либо доходит до восточной оконечности Финского залива»³. Однако в справедливости слов Седергелма теперь не приходится сомневаться: в теплое лето 1932 года макрель дошла до Нарвской и Копорской губ и острова Лавенсари. Ныне покойный Д. О. Святский, много занимавшийся вопросами истории климата, сообщил мне, что 1796—1798 годы отличались особенно теплыми зимами, а лето этих годов было сухое.

Анчоус, или хамса, рыба, массами ловимая у нас в Черном море, в Балтийское море если заходит, то единичными экземплярами. Но в ноябре и декабре 1933 года много анчоуса ловилось в самой западной части Балтийского моря: рыбаки добывали этой рыбы в день по 10—25 кг на лодку. Один экземпляр был пойман у берегов б. Восточной Пруссии. Между тем раньше анчоус даже в Каттегате представлял редкость. Помимо того, в 20—30-х годах в западной части Балтийского моря стали ловиться пикша, сайда, камбала-ерш, макрель⁴.

По данным Кинсера (1933), потепление наблюдается за последние 50 лет и в Северной Америке, притом не только в больших городах, где можно было бы подозревать влияние крупных промышленных центров

¹ L. Siivonen und O. Kalela. Ueber die Veränderungen in der Vogel-fauna Finnlands während der letzten Jahrzehnte und die darauf einwirkenden Faktoren. Acta Soc. pro fauna et flora fenn., vol. 60, 1937, p. 607, 608, 626.

² Там же, p. 620—622.

³ К. Кесслер. Описание рыб С.-Петербургской губернии. СПб., 1864, стр. 2.

⁴ E. M. Paulsen. Fluctuations in the regional distribution of certain fish-stocks within the Transitional Area during recent years (1923—1935). Rapports et Procès-verbaux du Conseil explor. mer, vol 102, 1937, № 3, p. 3—17. Имеются в виду Бельты и западная часть Балтийского моря.

на повышение температуры, но и в сельских местностях, например, в окрестностях Филадельфии для периода 1855—1932 гг.¹. В работе Кинсера отмечается повышение средних температур воздуха не только в Соединенных Штатах Америки (примерно с 70-х годов XIX века) как на западе (Портленд в Орегоне), так и в центре и на востоке (Филадельфия)², но и в Европе: в Копенгагене, Париже, Вене, Гриниче; во всех этих европейских городах повышение наблюдается примерно с 1900 года, а температура выше средней—с 1910 года. Мало того, температура выше средней с 1910—1915 годов отмечается и в южном полушарии: в Сант-Яго (Чили), Буенос-Айресе, Кейптауне. В тропиках, в Бомбее и в Батавии—то же явление (но в Вест-Индии и средиземноморских странах за последнее время происходит понижение температуры воздуха)³.

Потепление можно было обнаружить и в Архангельске, Ленинграде, Москве, Казани, Свердловске и в других местах. Но, понятно, общее потепление не исключало возможности отдельных холодных годов. Так, зима 1928/29 года была исключительно холодной и у нас и в западной Европе.

ПОТЕПЛЕНИЕ В ГОРАХ

Потепление отмечается и горными обсерваториями, и это лучше всего свидетельствует в пользу того, что повышение средних температур, наблюдаемое городскими метеорологическими станциями, не есть результат только роста городов. Данные для горной станции Обир (2044 м, восточные Альпы, к юго-востоку от Клагенфурта), действующей с 1851 года, показывают, что в начале второй половины XIX столетия здесь были высокие средние температуры; в начале XX столетия они упали примерно на 0,9°, а затем стали подниматься; с 1919 по 1934 год подъем составляет около 0,5°. Зима, считая с начала XX века, стала на Обире мягче, а лето, напротив, в общем прохладнее⁴. То же справедливо и для Зонблика (3106 м, в Тироле), где наблюдения ведутся с 1887 года⁵; здесь за последние годы средние летние температуры имели следующие отклонения в градусах от нормы (от 49-летних средних)⁶:

1921—1925	+0,1°
1926—1930	+0,8
1931—1935	+0,5

¹ J. B. Kinsler. Is our climate changing? A study of longtime temperature trends. Monthly Weather Review, 1933, Sept., p. 251—259.—См. также А. А. Григорьев. О современных колебаниях климата. Уч. зап. Моск. ун-в., V, 1936, стр. 94—104.

² Озеро Чамплейн (Champlain) в штате Вермонт, на высоте 28 м, под 44—45° с. ш., глубиной 180 м, замерзало:

1876—1905	4/II	1816—1875	30/I
1906—1935	6/II	1876—1935	3/II

См. C. K assner. Meteor. Zeitschr., 1937, p. 333—335.

³ A. A. angström (The change of the temperature climate in present time. Geografiska Annaler, XXI, № 2, 1939, p. 119—131) полагает, что потеплению умеренных и арктических широт соответствует некоторое похолодание тропиков.

⁴ F. Steinhauser. Wie ändert sich unser Klima? Meteor. Zeitschr., 1935, p. 363—370.

⁵ F. Steinhauser, l. c.

⁶ A. Wegener. Meteor. Zeitschr., 1937, p. 149.

ПОТЕПЛЕНИЕ И ГОЛЬФШТРОМ¹

Что касается причин указанного потепления, то многие авторы (в том числе и я, 1935) склонны были связывать это явление с усиленным напором вод Гольфштрома. Однако следует иметь в виду, что Гольфштром является лишь одним из факторов климата и погоды на севере. Климат Европы зависит от многих причин, из числа которых, помимо Гольфштрома, отметим вторжение теплых и холодных воздушных масс. Пример — исключительно холодная зима 1928/29 года у нас и в западной Европе (в Баварии по Дунаю температура опускалась до минус 38°), когда воды Гольфштрома в Атлантическом океане, напротив, имели температуру выше нормальной, как и вообще за десятилетие 1926—1935. Некоторые (Lauscher) даже высказывают предположение, что теплый Гольфштром — это одна из причин, вызывающих вторжения холода в Европу. Исследования Бергстена (1936) показали, что даже для Норвегии нет корреляции между высокой температурой Гольфштрома и температурами зимы того же года. Если Гольфштром имел высокую температуру, то в Торсгавне на Фарерских островах следующая зима в семи случаях теплая, в пяти — холодная. Если, напротив, Гольфштром имел низкую температуру, то в Торсгавне следующая зима в шести случаях была теплая, в восьми — холодная². По исследованиям Мейнардуса (1901, 1905) выходило, что если температура Гольфштрома у берегов Норвегии (или температура воздуха здесь) в ноябре, декабре, январе была высока, то температура воздуха в Берлине в непосредственно следующих феврале и марте тоже высока и обратно. Это правило основано на данных для периода с 1861 по 1890 год; коэффициент корреляции между температурами в Кристиансунде (Норвегия) и в Берлине за упомянутые сезоны 1861—1890 годов равен +0,42. Но исследование тех же месяцев за годы 1890—1920 дало совершенно неожиданный результат: корреляция существует, но она отрицательная (−0,17), т. е. за повышением температуры ноября-января в Кристиансунде следует понижение температур февраля и марта в Берлине³.

Ф. Баур обращает внимание на то, что перемена знака корреляции совпадает с изменением климата в Европе на границе XIX и XX столетий. Он приводит следующую табличку отклонений средних 25-летних февральских и мартовских температур воздуха в западной Европе от средних за 160 лет [средние для пунктов: Дебильт (Голландия, около Утрехта), Берлин, Вена]:

1775—1799	+0,1	1850—1874	−0,1
1800—1824	−0,1	1875—1899	0,0
1825—1849	−0,3	1900—1924	+0,5

Последнее 25-летие (1900—1924) дает положительное отклонение, какого не было в течение всего XIX века. Очевидно, дело тут не в Гольф-

¹ У нас это течение нередко называют «Гольфстрим», заимствуя, очевидно, этот термин с английского. Но по-английски интересное нас течение называется не «Golfstream», а «Gulfstream», что русскими буквами можно передать как «Галфстрим» (а golf по-английски значит «игра в гольф»). Пишут у нас иногда и «Гольфштром», заимствуя это написание от норвежского и шведского слова Golfström, которое, однако, произносится Гольфстрём. Итак, можно писать или Гольфштром, или Гольфстрём, или Галфстрим.

² F. Lauscher. Besitzt der Golfstrom einen Einfluss auf die Witterung in Mitteleuropa? Meteor. Zeitschr., 1937, p. 263—265.

³ F. Ba u r. Zur Frage der Beziehungen zwischen der Temperatur des Golfstromes und dem nachfolgenden Temperaturcharakter Mitteleuropas. Meteor. Zeitschr., 1937, p. 188—189.

штроме, тем более, что, как мы видели, потепление происходит и в южном полушарии. Мы присутствуем при изменении климата, охватившем почти всю Землю. Причины этого явления пока не ясны. Но следует думать, что под влияние потепления подпадает и сам Гольфштром. Мы уже указывали, что в 1929 году, когда на Европу надвинулось несколько волн холода, температура Гольф-



Разница средних годовых температур воздуха за годы 1901—1930 и 1859—1900 (из Онгстрёма, 1939).

штрома в Баренцовом море (но не в Атлантическом океане) понизилась. С другой стороны, в декабре 1936 года, отличавшемся своей ненормально высокой температурой, в Ленинграде наблюдалось только одно вторжение арктического воздуха, да и то слабое (П. А. Молчанов). Возможно, что потепление севера зависело от меньшей интенсивности вторжений холодных масс из Арктики. Но, с другой стороны, потепление, как сказано, охватило почти всю Землю. Оно сопровождалось, как показал А. Вагнер, усилением общей циркуляции атмосферы¹. В связи с этим усиливается приток теплых воздушных масс в Арктику, и, обратно, большие количества холодного воздуха поступают с севера в тропики. В результате наблюдается потепление Арктики и похолодание тропиков (но, как мы видели, местами и в тропиках потепление). Причину сравнительно слабого похолодания тропической зоны видят в том, что общая масса холодного арктического воздуха во много раз меньше масс тропического.

¹ A. W a g n e r. Untersuchung der Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Geograf. Annaler, XI, 1929, p. 33—88.—По сравнению с 1886—1895 годами десятилетие 1911—1920 годов на всей Земле отличалось усилением атмосферной циркуляции (p. 46).

Возможно, что первопричиной климатических колебаний на Земле являются колебания в количестве ультрафиолетового и корпускулярного излучений солнца¹. Общая же сумма солнечной радиации, или солнечная постоянная, равная в среднем 1,94, за годы 1924—1934 не изменилась². М. С. Эйгенсон сопоставляет климатические колебания с колебаниями видимой солнечной активности³.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В СТОРОНУ МЕНЬШЕЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ

Имеется целый ряд фактов, свидетельствующих в пользу того, что климат Европы за последние сто лет стал менее материковым: годовая амплитуда температуры воздуха уменьшилась. Мы уже указывали, что в районах горных станций в восточных Альпах—Обире и Зоннблике—зима стала теплее, а лето прохладнее. То же справедливо и для низин.

Исследования Гельмана (1910) над температурой Берлина за время с 1756 по 1907 год показали, что хотя средняя годовая за период 1848—1907 и повысилась на 0,3° по сравнению с периодом 1756—1847, но лето стало прохладнее (на 0,2°), а зима и осень теплее, именно в сторону уменьшения континентальности. Об этом имеются свидетельства и для других мест западной и восточной Европы. Если исследовать температуру Лондона за последние 150 лет, то можно убедиться, что зимы стали мягче; число суровых зим уменьшилось (число же очень теплых зим не увеличилось). Равным образом и лето не стало теплее⁴. Это ставят в связь с изменением путей циклонов, пересекающих Британские острова.

Количество осадков в Альпах за годы 1850—1920 в общем увеличилось, годовая амплитуда температуры уменьшилась (в Европе с начала XIX столетия), температура лета понизилась; то же, повидимому, справедливо и вообще для западной Европы⁵.

В Кёнигсберге за 1924—1933 годы наблюдается увеличение количества осенних, особенно октябрьских осадков, что свидетельствует о том, что климат становится более океаническим⁶.

Такое же изменение климата можно проследить и в восточной Европе: зима становится теплее, лето же прохладнее. Ниже приводятся разности средних месячных температур воздуха для ряда пунктов за два 35-летия: 1846—1880 и 1881—1915 (знак минус показывает, что первое 35-летие было холоднее второго)⁸.

¹ A a n g s t r ö m, 1939, p. 130.—Б. М. Рубашов. Новые данные о связи солнечных и земных явлений. «Природа», 1940, № 10, стр. 14.—М. С. Эйгенсон. Солнце и климат. «Природа», 1945, № 1, стр. 5.

² Н. Н. К а л и т и н. «Природа», 1939, № 4, стр. 20.

³ «Природа», 1945, № 1 (ср. также М. С. Эйгенсон. «Природа», 1943, № 6, и 1944, № 1).

⁴ Мет. вестн., 1912, стр. 358.

⁵ D. B r u n t. Climatic cycles. Geogr. Journ., vol. 89, 1937, p. 227.

⁶ A. W a g n e r. Zur Erklärung der rezenten Gletscherschwankungen. Meteor. Zeitschr., 1937, p. 147—148.—Тем удивительнее, что за указанное время ледники Альпов, как отмечает Вагнер, отступают.

⁷ Н. W ö r n e r. Die auffällige Zunahme der Herbstniederschläge in Norddeutschland im letzten Jahrzehnt. Meteor. Zeitschr., 1937, p. 156—158.

⁸ Е. С. Рубинштейн. Климат СССР. Температура воздуха, I, 1926, стр. 12.

	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Год
Ленинград	—1,1	—0,9	—0,2	—1,1	—1,4	0,05	—0,06	0,3	0,2	0,2	—0,7	—0,6	—0,4
Кронштадт	—1,6	—1,2	—0,4	—1,1	—1,3	0,5	0,5	0,7	0,5	0,2	—0,8	—0,8	—0,4
Ревель	—1,6	—1,2	—0,6	—0,8	—0,7	0,7	0,4	0,4	0,0	0,1	—1,0	—0,6	—0,4
Стокгольм	—0,8	—1,0	—0,8	—0,7	—0,8	0,3	0,3	0,6	0,3	0,0	—0,8	—1,1	—0,4
Кёнигсберг	—0,8	—0,9	—0,8	—0,4	—1,3	—0,0	—0,3	0,4	0,3	—0,3	—0,8	—1,3	—0,5
Варшава	—0,7	—0,8	—0,8	—0,2	—0,9	0,7	0,3	0,7	0,1	0,2	—0,7	—1,6	—0,3
Казань	—0,5	—1,1	—0,7	—0,4	—0,9	—0,2	—0,1	0,1	0,1	0,4	1,2	—0,8	—0,2
Луганск	—1,2	—2,1	—1,2	—0,0	—0,1	0,5	0,1	0,9	1,2	0,3	0,6	—1,0	—0,1

С ноября по май температура повысилась, за июль—октябрь понизилась. Это одинаково справедливо и для мест с морским климатом, и для областей с материковым климатом.

Вышеприведенная таблица заканчивается 1915 годом. Но ее можно продолжить и для следующих годов. Вот средние температуры воздуха для города Мезени (из А. Соболевой, 1935):

1883—1915	—14,7	—13,8	—9,5	—2,7	3,3	9,2	13,6	11,2	6,0	—0,9	—7,7	—12,8	—1,6°
1916—1930	—13,4	—13,2	—9,7	—2,8	3,0	11,1	13,0	11,6	6,9	0,0	—5,5	—10,7	—0,7
Разность	1,3	0,6	—0,2	—0,1	—0,3	1,9	—0,6	0,4	0,9	0,9	2,2	2,1	0,9

Осень и зима здесь заметно потеплели, а весна и июль стали прохладнее. Годовая амплитуда уменьшилась почти на 2°.

В Хельсинки средние температуры воздуха были:

	1851—1900	1911—1925
Средняя годовая	4,1°	4,8°
Зима	— 5,8	— 4,5
Лето	15,3	15,1

Зима в Хельсинки стала мягче, а лето прохладнее.

Что касается Ленинграда, то здесь и зима и лето стали теплее:

	1801—1850	1851—1900	1901—1920	1921—1936
Средняя годовая	3,5°	3,8°	4,4°	4,6°
Зима	— 8,1	— 7,5	— 6,6	— 6,4
Лето	15,9	16,0	16,3	16,3

Однако температура зимы в Ленинграде повысилась значительно больше, чем температура лета, и годовая амплитуда заметно уменьшилась, как

видно из следующей таблицы, где дана разность между средними температурами лета (июнь, июль, август) и зимы (декабрь, январь, февраль):

1801—1850	1851—1900	1901—1920	1921—1936
24,0°	23,5°	22,9°	22,7°

т. е. климат стал более морским.

Таким образом, мы были свидетелями мощного климатического процесса в виде потепления, захватившего всю или почти всю Землю. Будет ли продолжаться наблюдавшееся в 1919—1938 годах повышение температуры, сказать, при современном состоянии климатологии, невозможно. Во всяком случае, с 1939 года потепление прекратилось и вплоть до 1945 года не возобновлялось.

Еще раз отметим, что указанное повышение температуры наблюдалось в среднем выводе, за отдельные же годы случались понижения температуры против нормы. Проблему потепления следует рассматривать на фоне десятилетий, а не единичных годов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ВОПРОС ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА В ИСТОРИЧЕСКУЮ ЭПОХУ¹

Мнение о прогрессивном высыхании Украины, Средней Азии (включая и Центральную Азию), средиземноморских стран или даже всего света пользуется большим распространением не только среди широких слоев публики, но и между географами². Усыханием объясняют и в связи с ним ставят такие явления, как падение древних культур по берегам Средиземного моря и на востоке, переселения народов из глубины Центральной Азии, предполагаемое обмеление рек и усыхание озер, продвижение пустынь и песков на степи, исчезновение лесов в степях и так далее. Многие считают, что высыхание нашей планеты есть роковой процесс, длящийся непрерывно со времени окончания ледниковой эпохи.

Так, в статье, напечатанной в 1904 году в июньской книжке *Geographical Journal*, П. А. Кропоткин пишет:

«Новейшие исследования в Центральной Азии с убедительностью доказывают, что вся эта обширная область находится в настоящее время в состоянии быстрого усыхания, как высыхала она уже с начала исторической эпохи. Во всей Центральной Азии испарение преобладает над осадками, вследствие чего из года в год границы пустынь расширяются, и лишь по соседству с горами, где осаждаются водяные пары, возможны жизнь и земледелие при помощи искусственного орошения». Усыханию, продолжающемуся с конца ледниковой эпохи, подвержена, по мнению П. А. Кропоткина, не только вся северная Азия, но и Европа, и громадное количество мелких и крупных озер в Европе и Азии представляют собою остатки многочисленных обширных внутренних озер, образовавшихся в результате таяния ледника. С тех пор и до настоящего времени эти озера не перестают уменьшаться в объеме. «Мы имеем дело здесь не с временным явлением. Для эпохи, в которую мы живем, высыхание столь же характерно, как для ледниковой эпохи—постоянное накопление твердых и жидких осадков».

К числу сторонников теории усыхания относятся, кроме П. А. Кропоткина, Гумбольдт³, Бленфорд, Уитни, Т. Фишер, Венюков, И. В. Мушкетов, Г. Е. Грумм-Гржимайло, В. Гётц, Пассарге, Гётингтон и многие другие.

¹ Первоначально появилось в «Землеведении» за 1911 год, № 3, стр. 23—120, под заглавием «Об изменении климата в историческую эпоху» (немецкий перевод в *Geographische Abhandlungen, herausgegeben von A. Penck, Bd. X, Heft 2, 1914*). Здесь печатается в несколько переработанном виде.

² Небезынтересно отметить, что, по мнению Канта, жизнь на Земле должна прекратиться вследствие непрерывной потери воды Землею, т. е. усыхания.

³ Цитаты см. в конце главы, стр. 87.

Но взгляд этот находит и многих противников, из которых назовем К. С. Веселовского, В. В. Докучаева, С. Н. Никитина, А. И. Воейкова, Н. А. Соколова, Г. И. Танфильева, В. В. Бартольда, Е. В. Оппокова; из иностранных ученых противниками теории усыхания являются: Э. Брикнер, Партч, Эгинитис, И. Вальтер, Эккардт, Энгельм, Лейтер, Ольк, Филиппсон, А. Пенк, Дж. Григори, Эрбетт, Гильдебрандссон и другие.

В нижеследующем мы коснемся сначала некоторых теоретических вопросов, связанных с гипотезой усыхания, причем рассмотрим, что говорят нам относительно колебаний климата в историческую эпоху озера, реки, пустыни, почвы и растительность. Затем мы перейдем к отдельным странам и разберем, в какую сторону в каждой из них изменялся климат в течение исторического времени.

О ЗАПАСАХ ВЛАГИ В АТМОСФЕРЕ

Некоторые авторы полагают, что вообще количество влаги в атмосфере прогрессивно уменьшается в течение всей геологической истории Земли. Такой взгляд поддерживал, например, Уитни¹, основывая свое мнение:

а) на том, что площадь материков в течение геологических периодов все более и более увеличивается за счет океанов и морей и что, следовательно, поверхность, испаряющая влагу, прогрессивно уменьшается;

б) на том, что солнце, охлаждаясь, посылает Земле все меньше и меньше тепла, почему температура на Земле должна непрерывно падать, а соответственно с тем уменьшаться и испарение.

Нужно заметить, однако, что вопрос о круговороте воды на земном шаре является в высшей степени сложным. Для разрешения множества частных вопросов, связанных с ним, необходимы точные цифровые данные, которыми, к сожалению, наука в настоящее время не располагает. Поэтому дать ответ на вопрос, уменьшается или увеличивается количество влаги в атмосфере с течением геологических периодов, невозможно, и, во всяком случае, для утверждений об уменьшении нет оснований, как будет ясно из нижеследующего.

При рассмотрении этого вопроса нужно иметь в виду, что теоретически мыслимо такое положение, что количество влаги, выпадающей над сушей, уменьшается, тогда как над океанами оно в то же время увеличивается; возможно, что количество влаги увеличивается в одном полушарии, а в другом—одновременно уменьшается, или что вообще увеличению осадков в одном месте сопутствует одновременное уменьшение их в другом. Наконец, помимо такой компенсации в пространстве возможна еще компенсация во времени: как известно, Брикнер предполагает, что во влажную половину его 35-летних периодов на суше выпадает осадков выше нормы, в сухую половину—наблюдается обратное отношение. Брикнер, впрочем, не отрицает и компенсации в пространстве, считая, что обильное выпадение осадков над сушей сопровождается уменьшением осадков над океанами, и обратно.

А. И. Воейков обращает внимание на следующий факт, который может объяснить колебания в количестве выпадающих осадков². Если на океанах циклоны, а на материках антициклоны, то с поверхности океанов и суши будет сравнительно малое испарение (пасмурная погода на океане и ясная бездождная, засушливая погода на материке) и, следо-

¹ Whitney, 1882, p. 193—264 (подробную цитату см. в конце главы).

² А. И. Воейков. Круговращение воды в природе. Осадки и испарение. Метеор. вестн., 1894, стр. 381 и сл. См. об этом также: E. d. B r ü c k n e r. Die Bilanz des Kreislaufs des Wassers auf der Erde. Geogr. Zeitschr., 1905, p. 436—445 (то же в «Почвоведении», 1905, стр. 177—193; см. стр. 189 и сл.).

вательно, мало осадков на земном шаре; напротив, при господстве антициклонов на морях и циклонов на материках—сравнительно большое испарение с поверхности тех и других и, следовательно, обильные осадки на земном шаре. Если теперь области циклонов и антициклонов в разные годы будут перемещаться, то отсюда последует значительное колебание в количестве выпадающих осадков, и именно в годы, когда циклоны проходят чаще по материкам, на всем земном шаре должно быть больше осадков; напротив, когда циклоны реже проходят по материкам, на всем земном шаре будет меньше осадков¹. Если представим себе, что в прежнюю геологическую эпоху циклоны проходили чаще над сушей, а антициклоны над океаном, то в этом случае должно было происходить изобильное выпадение осадков.

Количество воды, испаряющейся с поверхности суши и океанов, зависит, помимо того, от множества причин, из коих назовем:

- 1) температуру воздуха, воды и почвы;
- 2) давление атмосферы;
- 3) силу ветра, т. е. степень барометрического градиента;
- 4) особенности атмосферной циркуляции;
- 5) отношение площадей, занимаемых материками, материковыми водами и океанами;
- 6) степень солености океанической воды;
- 7) физические и химические свойства почвы и субстрата;
- 8) состояние растительного покрова суши.

Из предыдущего видна необыкновенная сложность разбираемого явления.

Представляется весьма мало вероятным, чтобы с течением времени все перечисленные факторы изменялись в направлении, влекущем за собою уменьшение испарения. Подробный разбор всех упомянутых пунктов отклонил бы нас слишком далеко от темы.

Мы рассмотрим прежде всего вопрос о с о о т н о ш е н и и п л о щ а д е й м а т е р и к о в и м о р е й. Как мы уже упомянули, Уитни² полагал, что с течением геологического времени площади материков все более и более увеличиваются за счет океанов и морей; это влечет в свою очередь уменьшение количества испаряющейся влаги с поверхности океанов. Возможно, что в отношении прежних геологических периодов Уитни прав. Площадь геосинклинальных областей в течение геологического времени непрерывно уменьшается за счет нарастания платформ. Так, в самом конце протерозоя геосинклинальные области занимали гораздо большую площадь, а платформы—меньшую, чем в третичное время. При этом, раз образовавшиеся платформы, в дальнейшем, как правило, никогда не превращаются в геосинклинальные области³.

Что же касается настоящего момента, то имеются основания думать, что в современную (говоря геологически) эпоху уровень океана стоит выше чем в предыдущую. За это говорит:

1. Сильное преобладание типа бухтовых берегов, образующихся при положительном перемещении береговой линии; «судя по очертаниям берегов, мы живем в эпоху трансгрессии»,—говорит Пенк⁴.

¹ Все предыдущее имеет в виду средние широты только в течение теплого (беснежного) периода; зимою испарение с поверхности суши в средних широтах ничтожно и почти не имеет влияния на выпадение осадков; последнее регулируется зимою исключительно приносимой с океанов влагою.

² Whitney, 1882, p. 205—219.

³ Н. С. Шатский. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1946, № 4, стр. 12—14, фиг. 1—4.

⁴ A. P e n k. Morphologie der Erdoberfläche, II, 1894, p. 581.

2. Широкое распространение барьерных коралловых рифов и атоллов приводит названного автора к тому же выводу¹: сравнительно недавно океан должен был стоять на 100—200 м ниже теперешнего². Такого же мнения держится и Нансен³, а из новейших авторов Дэли⁴, допускающий повышение уровня на 100 м.

3. Широкое распространение подводных долин⁵.

4. Наблюдаемый во многих местах резко выраженный рельеф на дне океана, где теоретически следовало бы ожидать, как до недавнего времени и предполагалось, наличие равнинного рельефа. Так, есть основания думать, что подводный увал, протягивающийся вдоль всего Атлантического океана с севера на юг, есть не начинающийся горный хребет, а, наоборот, погружившаяся под уровень океана горная цепь—некоторое подобие Кордильер⁶.

Другой довод—прогрессивное уменьшение тепла, излучаемого солнцем—никак не может в настоящее время считаться убедительным. Наоборот, теперь полагают, что температура солнца с течением времени должна повышаться.

Источником поддержания энергии излучения, исходящего от солнца, являются ядерные реакции, при которых освобождается внутриатомная энергия: осуществляется углеродный цикл внутриатомных превращений, установленный Бете. Топливом, поддерживающим запасы энергии внутри солнца, являются атомные ядра (протоны) водорода. Треть всей массы солнца состоит из водорода, атомов которого здесь в 12 раз больше чем атомов всех прочих элементов, вместе взятых. Если бы излучение солнца в дальнейшем происходило в таком же размере, как и ныне, то этого «топлива» хватило бы еще на 30 миллиардов лет. Но так как количество водорода будет уменьшаться, то увеличится непрозрачность солнечной материи, ибо чистый водород гораздо прозрачнее чем смесь из разных элементов; поэтому температура солнца начнет повышаться, атомные реакции пойдут быстрее, и солнце начнет излучать больше энергии, при этом увеличиваясь в объеме. «Таким образом,—говорит В. Г. Фесенков⁷,—получается тот довольно странный на первый взгляд результат, что по мере израсходования водорода яркость и размеры солнца будут возрастать. Это обстоятельство ограничивает верхний предел существования солнца в будущем как излучающего тела всего примерно 10 миллиардами лет».

Итак, запасы водорода в солнце таковы, что их хватит на поддержание солнечной радиации на уровне, не меньшем современного, еще по крайней мере на 10 миллиардов лет. Таким образом, уменьшения интенсивности солнечной радиации на ближайшие миллиарды лет не

¹ А. Ренск, р. 659—660.

² Местами (например, в Скандинавии) наблюдается уже обратный процесс—поднятие суши.

³ F. Nansen. The bathymetrical features of the North Polar seas with a discussion of the continental shelves and previous oscillations of the shore-line. The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896, vol. IV, № 3, 1904, р. 197, 200. Вместе с тем Нансен полагает, что с древнейших времен истории Земли уровень океана не претерпел значительных изменений.

⁴ R. A. Daly. The floor of the ocean. New light on old mysteries. Chapel Hill, 1942, Univ. of Carolina Press.

⁵ Подробности см. Л. С. Берг. Подводные долины. Изв. Геогр. общ., 1946, № 3, стр. 301—306.

⁶ См. об этом Л. С. Берг. Некоторые соображения о передвижении материков. Изв. Геогр. общ., 1947, № 4.

⁷ В. Г. Фесенков. Космогония солнечной системы. Л., 1944, изд. Академии наук, стр. 74.

предвидится. Скорее можно ожидать обратного—постепенного, в течение миллиардов лет, увеличения температуры солнца, а следовательно, и температуры Земли (при прочих равных условиях). Вычисляют, что температура на Земле должна увеличиваться на 1° через 200 миллионов лет. В соответствии со сказанным, в далеком прошлом солнце должно было излучать энергии меньше и обладать меньшими размерами. Но сейчас упомянутые процессы повышения температуры солнца идут чрезвычайно медленно, и практически можно вместе с геологами и астрономами считать, что солнце на протяжении всего геологического времени доставляло Земле приблизительно одинаковое количество тепла¹. «Мы не только вправе, но и обязаны допустить,—говорит Рессель,—что в то время, когда родилась Земля, солнце было по существу того же размера, массы и температуры, как и сейчас»².

Поэтому и испарение с поверхности водоемов должно было *ceteris paribus* оставаться более или менее постоянным.

Вообще нет оснований принимать, что количество воды на Земле за историческое время изменилось. Таково мнение и В. И. Вернадского; обращаясь к истории природных вод, этот выдающийся ученый говорит: «мы нигде не видим указаний на существование какого-нибудь однозначного процесса—уменьшения или увеличения массы воды на нашей планете»³. Количество воды на Земле, утверждает Вернадский, постоянно, и учение о прогрессивном иссушении Земли, равно как и предположения о вселенском океане, некогда покрывавшем всю Землю («панталасса» Жюсса), должны быть отброшены.

О ЗАПАСАХ ВЛАГИ В ПОЧВЕ

Некоторые авторы⁴ держатся мнения, что количество воды в почвах и грунтах с течением времени уменьшается. В доказательство ссылаются на сокращение за историческое время площади лесов, болот и озер.

Взгляд этот, однако, неправилен. Допустим, что леса собирают влагу и что после вырубki леса влага эта из почвы и грунта поступит в атмосферу. Но она будет вовлечена в круговорот влаги и выпадет в виде дождя или снега где-нибудь в другом месте, и, таким образом, общее количество влаги в почве на Земле несколько не уменьшится. Вместе с тем следует иметь в виду, что влияние леса на грунтовые и почвенные воды—вопрос очень сложный. В горных и вообще пересеченных местах лес является хранителем грунтовой влаги, так как задерживает скат дождевых и талых вод. Но на равнинах дело сложнее. Там, где атмосферных осадков мало, например, в лесостепе, там лес, повидимому, высушивает грунты, и грунтовые воды под лесом стоят ниже чем под соседним полем. Где влаги много, например в лесной зоне, там иссушающего влияния леса на грунты обычно не наблюдается⁵. Однако и на севере, например в Ленинградской области, вырубка или выжигание леса нередко ведет к заболачиванию, как это наблюдал Г. И. Танфильев⁶. На лесосе-

¹ Фесенков. Космогония солнечной системы, стр. 63.

² Г. Н. Рессель. Солнечная система и ее происхождение. Пер. с англ., М., 1944, стр. 22.

³ В. И. Вернадский. История минералов земной коры. II. История природных вод, вып. 1, Л., 1933, стр. 21.

⁴ Например, W. Götze, много писавший по этому поводу (1889, 1904, 1906).

⁵ Подробности см. Л. С. Берг. Основы климатологии, 2-е изд., 1938, стр. 183 и сл.

⁶ Г. И. Танфильев. О болотах Петербургской губ. Труды Вольно-экон. общ., 1889, № 5, стр. 135—151.

ках нашего севера нередко сначала появляется мох—кукушкин лен (*Polytichum*), потом сфагновые мхи.

В общем утверждать, чтобы леса всюду и везде были хранителями и накопителями грунтовых вод, нельзя.

Переходим к озерам и болотам.

Что за последние столетия не было никакого прогрессивного понижения уровня озер, а были лишь колебания,—это в настоящее время может считаться доказанным. Подробности будут сообщены ниже. Что же касается несомненного факта исчезновения некоторых озер и болот вследствие заполнения осадками и зарастания их, то это явление уравнивается образованием озер и болот в других местах, где таковых прежде не было.

Приведем несколько примеров, свидетельствующих, что есть основания говорить не о естественном сокращении площади болот, не о высыхании их, а, напротив, скорее об увеличении их размеров в современную эпоху.

По наблюдениям С. Н. Никитина¹, все моховые и лесные болота, осмотренные им в верховьях Волги, были болота живые, растущие, стремящиеся с надлежащим успехом к все большему и большему распространению своей площади.

А. Ф. Флеров сообщает о заболачивании лесов на западе Владимирской обл.²

По исследованиям (1903 года) В. Н. Сукачева, Федосихинское болото около ст. Бологое в настоящее время увеличивает свою площадь путем заболачивания окружающего пространства³. Согласно описанию того же автора, озеро Лунево, расположенное среди моховых болот в Псковской области, в бассейне реки Великой, недавно появилось: первоначально здесь было осоковое болото, которое затем сменилось гипновым, а последнее уступило место сплошному сфагновому торфянику; наконец, в сравнительно недавнее время на месте сплошного мохового болота образовалось мелкое озеро Лунево. Его происхождение автор объясняет тем, что находящиеся под большим напором гипсоносные воды из глубоких слоев дна болота нашли себе выход наружу, прорвали толщу торфяника и дали начало озеру⁴.

Вообще нужно сказать, что торфяное болото, особенно сфагновое, раз образовавшись, имеет склонность распространяться все дальше и дальше даже при стационарном (неизменном) состоянии климата⁵. Причина—громадная собственная влагоемкость отлагающихся торфяных образований; благодаря этой влагоемкости, болото с одной стороны поднимает уровень грунтовых вод, а с другой—распространяется в горизонтальном направлении, подвергая постепенному заболачиванию окрестности болота (часто даже склоны). Этому способствуют еще прорывы и извержения болотных масс, описанные Клинке для Эстонии, но известные и для других мест.

¹ С. Н. Никитин. Бассейн Волги. СПб., 1899, стр. 218.

² А. Ф. Флеров. Флора Владимирской губ. Труды Общ. ест. Юрьевск. унив., X, 1902, стр. 42. См. также: А. Ф. Флеров. Образование болот и зарастание озер в сев.-зап. части Владимирской губ. «Земледелие», 1899, кн. 1—2, стр. 5—8.

³ В. Сукачев. Материалы к изучению болот и торфяников Озерной области. Труды Пресноводной биол. станции СПб. общ. ест., II, 1906, стр. 189.

⁴ В. Сукачев. Ботан. журнал, изд. СПб. общ. ест., III, 1908, стр. 134—135 (Труды СПб. общ. ест., XXXVII, вып. 3, отд. ботан.).

⁵ См. об этом, например, у С. Н. Никитина. Бассейн Волги. СПб., 1899, стр. 200—201.—В. Н. Сукачев. Болота, их образование, развитие и свойства. II., 1915, стр. 31 и сл.—Н. Я. Кац. Болота и торфяники. М., 1941, стр. 111 и сл.

Г. И. Танфильев наблюдал в Тиманской тундре надвигание тундры на лес; тот же автор отметил явления заболачивания леса и в центральной России¹, а также в б. Петергофском уезде и в районе Выборга². В Тиманской тундре на расстоянии нескольких сот сажен от опушек лесов, сопровождающих реки Волонгу, Безужную, Пешу и Снопу, Танфильеву приходилось встречать в торфяной тундре торчащие из торфа мертвые, выветрившиеся стволы ели; в естественных обнажениях на берегах рек случилось находить куски березы и ели на дне торфяников, на глубине до двух метров. Причину этого явления автор видит не в климате, а в появлении на лесной почве торфа, плохого проводника тепла, обуславливающего образование мерзлой почвы; эта последняя и убивает дерево³. Заболачивание лесов наблюдается кроме того в Сибири, а также в северной Швеции⁴ и в Финляндии, особенно на севере⁵.

По описанию Аарио (1932), в Финляндии в провинции Сатакунта, образовались болота мощностью свыше 1 м на морском побережье, освободившемся от моря всего 600—700 лет назад.

По данным Поле, заболачивание островков леса происходит и в Канинской тундре; по мнению этого автора, острова леса среди тундры представляют остатки древесной растительности, которая прежде, при более благоприятных климатических условиях, заходила далеко к северу⁶.

Относительно Амурской области С. И. Коржинский склонялся к взгляду о высыхании ее в ближайшее историческое время, частью под влиянием человека, выжигавшего леса в Приамурье («палы») и вырубавшего их в Манджурии: «кроме того, утверждают, что количество дождей значительно уменьшилось»⁷. Напротив, А. П. Левицкий⁸ приходит к выводу, что в настоящее время в Амурской области болота распространяются на счет тайги «под влиянием целого комплекса физико-географических и биологических причин, складывающихся в сторону увеличения влажности поверхностных почвенных слоев». Амурская тайга в несколько-нибудь первобытном и чистом виде (т. е. без примеси представителей болотной и полуболотной формации) сохранилась в настоящее время или на более повышенных частях рельефа, не подвергавшихся в силу своего положения процессам заболачивания, или на песчано-аллювиальных поймах рек. Все прочие участки амурской тайги (а также так называемых «марей») переживают процесс вымирания леса под напором надвигающихся болотных формаций. Причинами являются, кроме прочих физико-географиче-

¹ Г. И. Танфильев. По тундрам тиманских самоедов летом 1892 г. Изв. Геогр. общ., XXX, 1894, стр. 21—22, также 15 и сл.

² Г. И. Танфильев. О болотах Петербургской губ. Труды Вольно-экон. общ., 1888, т. II, отд. II, стр. 61—62.—См. также Н. Я. Кац. Болота и торфяники. М., 1941, стр. 121.

³ Танфильев, I. с., стр. 22. См. также Г. И. Танфильев. Пределы лесов в полярной России, 1911, стр. 76. Но против такового взгляда на мерзлоту есть и возражения: В. Сукачев. Труды Юрьевск. бот. сада, XIII, 1912, стр. 43—44.

⁴ Г. Танфильев в «Die Veränderungen des Klimas», Stockholm, 1910, p. 173; Пределы лесов в поляр. России, стр. 62, 63.

⁵ А. К. Сажа́ндер. Studien über die Moore Finnlands. «Fennia», XXXV, № 5, Helsingfors, 1913, p. 3, 25—44.

⁶ R. Pohle. Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet, I. Труды СПб. ботан. сада, XXI, 1903, p. 96, 130.

⁷ С. Коржинский. Отчет об исследовании Амурской области как земледельческой колонии. Изв. Вост.-Сиб. отд. Геогр. общ., XXII, 1892, № 4—5, стр. 92.

⁸ А. П. Левицкий. К вопросу об эволюции болот в Амурской области. «Почвоведение», 1910, стр. 83—84. Его же: Верхне-Зейская экспедиция. Предв. отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1909 г., изд. Пересел. управл., СПб., 1910, стр. 105. См. также: «Приамурье», М., 1909, стр. 795—796.

ских условий, присутствие почвенной мерзлоты, а также, между прочим, деятельность человека, выжигавшего леса¹.

На климатические причины А. П. Левицкий специально не указывает. Как бы то ни было, для нас важно отметить, что высыхания в Амурской области в настоящее время не наблюдается, а наоборот, происходит заболачивание. Если бы наблюдалось прогрессивное уменьшение атмосферных осадков, то несомненно оно явилось бы фактором, противодействующим распространению болот и, наоборот, благоприятствующим процветанию леса. На деле же имеется нечто обратное. А. П. Левицкий сравнивает наблюдаемое в Амурской области надвигание болот на лес с процессом захвата степи лесом, какой указал для лесостепья Коржинский².

Образование на месте озер торфяных болот вовсе не влечет за собою уменьшения почвенной влаги: торф, как известно, поглощает громадные массы воды: влагоемкость его составляет от 100 до 1500% по весу. Наконец, на месте исчезнувших озер и болот почва является растительность, которая испаряет еще более влаги, чем поверхность воды. Сфагновый покров испаряет на 10—20% больше чем свободная водная поверхность³. Благодаря этому количество паров в атмосфере должно увеличиваться, а соответственно с тем—увеличивается количество осадков⁴.

Что никакой заметной потери воды на суше не происходит, доказывается, как заметил Пенк⁵, тем, что за историческое время уровень океана в общем не претерпел никаких изменений, тогда как при допущении потери воды он должен был бы понизиться.

Гётц указывает, что в верхних слоях земной коры известное количество воды исчезает из оборота благодаря поглощению воды некоторыми, вновь образующимися соединениями. Это замечание отчасти справедливо. Действительно, в водах океана и суши происходят многочисленные процессы связывания воды, или гидратации. Так, благодаря жизнедеятельности организмов выделяются гидраты кремнезема и окислов железа и марганца. Этого рода отложения образуют большие скопления на дне водоемов. Казалось бы, таким путем выходит из круговорота громадные количества воды. Однако с течением времени эти отложения, путем тектонических процессов, оказываются на суше, и заключенная в гидратах вода постепенно снова поступает в общий круговорот. Помимо того, большое количество воды входит в состав донных илов и здесь связывается⁶, тоже

¹ Для области между Нерчинском и Куенгой см. также: И. Новопкровский и др. Растительность в районе Амурской ж. д. между Нерчинском и Куенгой. СПб., 1910 (изд. Перес. упр.), стр. 43, 75.

² Что касается Забайкалья, то здесь указывает на заболачивание лесов на северных склонах долин и, напротив, на надвигание степи на лес—на южных склонах (И. М. Крашенинников. К характеристике ландшафтов восточного Забайкалья. «Землеведение», 1913, № 1—2, стр. 161—163). Таким образом, эти изменения в растительном покрове имеют в Забайкалье местный характер, проявляясь вне участия климатических колебаний.

³ Подробности см. Л. С. Берг. Основы климатологии, 2-е изд., Л., 1938, стр. 192.

⁴ Так как торфяник разрастается по краям котловины бывшего озера в горизонтальном направлении, занимая его берега, и так как нередко торфяники бывают посередине выпуклы (до 4 м и более над краем торфяника или бывшего озера), то нельзя не согласиться с С. Н. Никитиным (Бассейн Днепра. СПб., 1896, стр. 146), что подобные торфяники нередко в общей своей массе заключают воды не менее, если не более, чем вмещала в себе та же котловина, когда она была заполнена водами чистого озера.

⁵ А. Пенк. Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abhandl., herausgeg. von Penck, Bd. V, 1896, p. 462.

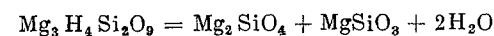
⁶ В. И. Вернадский. История минералов земной коры. II, 1933, стр. 71, 163.

на определенный промежуток времени. Некоторые соли заключают громадные количества воды, например в соде $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 64,2% воды. Затем громадное значение имеют процессы гидратации в ходе выветривания и почвообразования.

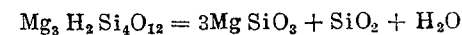
Однако на поверхности Земли и в земной коре весьма обычен и обратный процесс—дегидратации. Богатые водой гели с течением геологического времени стареют, теряя воду—частью или совсем. Так, в бокситах тригидрат глинозема ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) постепенно переходит в моногидрат ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

В почве наряду с гидратацией—поглощением воды, совершаются и обратные процессы—дегидратации, выделения воды, например, в восстановительной обстановке, под влиянием органических веществ; так, например, сернокислые соединения превращаются этим путем в сернистые (гипс в сернистый кальций); в свою очередь, сернистые соединения при действии гидрата окиси железа (гётита $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или лимонита $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) дают начало пириту (FeS_2). Таким образом, в природе наряду с превращением пирита в гётит, причем вода поглощается, наблюдается и обратный процесс—превращение гётита, лимонита, турьита ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и других гидратов окиси железа в пирит,—процесс, при котором вода выделяется. Но и помимо того, на поверхности Земли происходит ряд химических процессов, при которых некогда поглощенная вода выделяется; так, при разрушении олопецких диоритов роговая обманка переходит в биотит с выделением воды.

Если за всем тем в верхней зоне земной коры в конечном результате и происходит значительное поглощение воды при процессах гидратации («зона катаморфизма», по терминологии Ван Гайза, 1904), то в нижней зоне, простирающейся от нижнего уровня грунтовых вод и далеко вглубь земной коры, происходят, наоборот, процессы а н а м о р ф и з м а (Van Hise): вместо гидратации минералов здесь преобладает дегидратация их, выделение воды, вместо окисления—восстановление; карбонаты здесь разлагаются, а силикаты восстанавливаются. Вода в зоне анаморфизма, вследствие часто высокой температуры, нередко находится в состоянии паров и, очевидно, может проникать и в верхнюю зону, зону катаморфизма, пополняя там запасы воды. Примером процессов анаморфизма может служить обратный переход серпентина в оливин и энстатит, или талька в энстатит и кварц; в обоих этих случаях вода выделяется¹:



серпентин оливин энстатит



тальк энстатит кварц

По мере углубления в земную кору водные минералы исчезают, давая начало безводным. Так, опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ превращается в SiO_2 , гидраты окиси железа в Fe_2O_3 , глины $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ в смесь $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ и SiO_2 (андалузит, кианит и sillimanит) и так далее.

Помимо того, в земной коре, как на поверхности, так и в глубоких частях, идут в большом масштабе с одной стороны синтез, с другой—разложение молекул воды².

Каков бы ни был окончательный баланс вышеупомянутых процессов гидратации и дегидратации, синтеза и разложения воды, необходимо

¹ F. W. Clarke. The data of geochemistry. U. S. Geol. Survey, Bull. № 770, Washington, 1924, p. 616.

² См. об этом Вернадский, I. с., 1933, стр. 165.

иметь в виду следующий весьма важный источник пополнения запасов воды в атмосфере и в верхних слоях почвы: во время вулканических извержений значительные массы воды поступают на поверхность Земли в виде пара (так называемая ювенильная вода, по выражению Зюсса)¹. Если бы можно было доказать, что в начале исторического периода вулканические извержения были чаще чем теперь, тогда большее количество влаги на поверхности Земли в те времена было бы до некоторой степени объяснимо; однако вовсе нет данных для подобного утверждения.

Таким образом, мы не можем говорить ни об уменьшении, ни об увеличении количества влаги в почве. Естественных процессов, которые прогрессивно поглощали бы или, наоборот, увеличивали количество влаги в почве, нет.

ПРОЦЕССЫ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ОЗЕР

Нередко, в доказательство прогрессивного усыхания той или иной страны, т. е. изменения климата в сторону уменьшения осадков, приводили факт постепенного обмеления и исчезновения озер.

Между тем это обстоятельство нисколько не говорит в пользу усыхания. Как известно, озеро есть элемент весьма недолговечный в географическом аспекте (ландшафте): судьба каждого озера—быть занесенным осадками и исчезнуть; и чем более продуктов эрозии в данной стране, тем, очевидно, занесение котловин пойдет быстрее. Продуктов же эрозии больше там, где (*ceteris paribus*) выпадает больше дождя: следовательно, в дождливых странах исчезновение котловин должно идти быстрее чем в странах, бедных осадками. Этот вывод, диаметрально противоположный взглядам сторонников вечного усыхания Земли, легко подтверждается географическим распределением котловин и озер; последних очень мало именно в тех местах, где выпадает больше всего осадков: в западной части тропической Африки, в бассейне Амазонки, в Индии—все места, где атмосферных осадков более 2 000 мм; напротив, все пустыни изобилуют котловинами, частью сухими, частью заполненными озерами.

Почти все области с резко выраженным озерным ландшафтом—Финляндия и прибалтийская озерная полоса, канадские озера, Казахстан, Западная Сибирь, Центральная Азия—лежат в местах, где осадков менее 1 000 мм. Как указано Рихтгофеном², на южной, богатой осадками, части Гималаев нет озер, а на северной, бедной,—есть. Мы встречаем, однако, одно исключение: в восточной Африке выпадает много дождя, и здесь же много озер, но это объясняется тем, что великие африканские озера есть результат недавних дислокаций³.

Существует мнение, что озера и реки являются результатом атмосферных осадков. Относительно рек это безусловно справедливо, относительно озер—только в малой степени. Речные долины вырабатываются эрозией текущей воды; следовательно, где атмосферных осадков нет или их мало, долинный аспект (ландшафт) не получает развития. Напротив, озера обусловлены нахождением котловин, а образование значительной части их, например, котловин тектонических, не стоит ни в какой связи с климатом. Можно представить себе страну, очень богатую атмосферными

осадками, но лишенную котловин, и мы в ней не встретим озер. Такие примеры, действительно, встречаются (см. выше). Пенк справедливо отметил, что областям с обильными осадками свойственно богатое развитие рек, а вовсе не озерных котловин: эти области имеют непрерывный склон к морям⁴.

История озер русской равнины была превосходно объяснена Докучаевым еще 70 лет тому назад. Возражая Леваковскому⁵, полагавшему, что «очевидное уменьшение и даже совершенное исчезновение многих естественных источников и закрытых озер сильно говорит в пользу мнения об уменьшении количества внутренних вод», Докучаев⁶ писал:

«Мы вполне согласны с профессором Леваковским, что факт обмеления и даже совершенного уничтожения некоторых наших озер не подлежит никакому сомнению; для этого достаточно вспомнить о тех громадных котловинообразных залежах торфа, какие у нас находятся во всей средней и северной России; мы можем даже согласиться, что и сила некоторых источников значительно упала. Но мы решительно не понимаем, каким образом все это может сильно говорить в пользу мнения об уменьшении количества внутренних вод. Нам кажется, что всякий закрытый водный бассейн с самого начала своего существования уже носит в себе самом зародыш будущей своей смерти, даже и в том случае, если он получает ежегодно в среднем одинаковое количество воды. В самом деле, кому не известно, что во всякую озерную котловину каждый час, каждую минуту втекающие в нее воды, в виде ли ручьев и речек или просто просачивания—это все равно, вносят большую или меньшую ношу твердых веществ; следовательно, с каждым годом котловина все больше и больше делается мелкою; с другой стороны, водная поверхность закрытого или открытого озера должна все более и более увеличиваться, вследствие чего испарение воды по необходимости усилится; в том же направлении будет действовать и большая мелкость воды. Положим, процесс этот должен быть крайне медленным, но ведь геологическое время в сравнении с историческим бесконечно. Значит, благодаря только этому процессу, при постоянстве всех прочих условий жизни данного озера, оно должно рано или поздно умереть. Можем здесь прибавить, что накопление осадков на дне озера может повести к его обмелению и осушению еще и другим путем, именно усиливая количество вытекающей из него воды через реки; нет сомнения, что этому помогает иногда и обратный ход водопадов. Вот, по нашему мнению, единственно доказанный и совершенно достаточный процесс, чтобы объяснить замечаемое у нас высыхание и уничтожение озер».

С этими соображениями впоследствии (1890) согласился и Леваковский⁴, хотя относительно «степей Азиатской России» он продолжал держаться взгляда об их прогрессивном высыхании⁵, главным образом опираясь на наблюдения Ядринцева и на соображения Мушкетова о превышении в Туркестане испарения над осадками.

Итак, котловина каждого озера с течением времени должна уменьшаться вследствие заполнения минеральными и органогенными (торфом, сапропелем) осадками.

¹ Ренк, I. с., р. 81.

² И. Леваковский. Способ и время образования долин на юге России. Харьков, 1869, стр. 14.

³ Заседания Петербургского собрания сел. хоз., 1876, № 7, стр. 13—14.

⁴ И. Леваковский. Воды России по отношению к ее населению. Харьков, 1890 (Труды Харьк. общ. ест., XXIII, XXIV), стр. 274—277.

⁵ Там же, стр. 279.

¹ В представления Зюсса о ювенильной воде надо внести поправку: такая вода идет не из глубин планеты, а из пределов земной коры. См. Вернадский, I. с., стр. 167.

² Richthofen. Führer für Forschungsreisende, 1886, p. 288, 285.

³ A. Penck. Einfluss des Klimas auf die Gestalt der Erdoberfläche. Verhandl. III deutschen Geographentages, 1883.

После этих предварительных замечаний укажем на ряд фактов недавнего исчезновения озер—фактов, не стоящих, однако, ни в какой связи с изменениями климата.

К юго-востоку от Ленинграда, у Тосны, близ Лисина, имеются два больших моховых болота, нанесенных уже на карты по съемкам 1834 года. Между тем на шведских картах 1676 и 1685 годов на месте этих болот обозначены два больших озера, очевидно, совершенно заросших за промежуток в 150 лет¹. В Ленинградской области, к югу от Копорского залива, есть село Заозерье; в настоящее время от озера, на котором стояло селение, осталась только группа оконц в торфяном болоте. Озеро Вельё, к северо-востоку от Луги, насколько можно судить по съемкам 1784, 1846 и 1880 годов, к 1888 году сильно уменьшилось в размерах вследствие зарастания. Два Рамболовских озера, показанных на шведской карте 1667 года, к 1887 году превратились в болота. По съемке Генерального штаба, произведенной в 1827 году, близ устья Свири, у рыбацкого стана Чомба, показано два небольших озерка, из которых одно успело уже исчезнуть². Упоминаемое в новгородских писцовых книгах XV—XVI столетия озеро Тесовое распалось ныне на несколько мелких озер, окруженных сплошными мшарами³.

Расположенное к северу от Тарту озеро Соиц площадью около 2 кв. км занимало недавно почти вдвое большую площадь, как можно судить по тому, что под торфом вокруг всего озера найдены озерные отложения. Теперь отложения ила достигают местами мощности 14,5 м, тогда как глубина озера 1—2 м, и лишь в одном месте 4,5 м. Объем ила в котловине озера Соиц превосходит в пять раз объем воды⁴. Озеро сильно зарастает трифолью, осокой, камышом, харовыми водорослями и уменьшается в размерах на глазах человека; на берегах его расположены торфяники, образовавшиеся на местах прежней водной поверхности.

Какие массы осадков отлагаются на дне озер, показывают бурения, произведенные М. Мюленом в Шпанкауском озере, в 26 км к югу от Тарту: здесь в бухте Мунда глубина не больше 3,5 м, слой же ила имеет толщину в 9 м⁵. В этой же статье приводятся сведения о зарастании других озер Эстонии и между прочим указывается, что в имении Ново-Лайцком, в б. Балкском уезде, существовало, судя по карте, снятой 50 лет назад, а также по воспоминаниям старожилов, озеро в 25 га; в настоящее время оно исчезло, уступив место моховому болоту.

О процессах зарастания озер Латвии подробно сообщает И. Клинге⁶, то же относительно владимирских озер—А. Ф. Флеров⁷.

Во влажных и вообще не очень сухих областях зарастание озер и болот идет с замечательной быстротой: по наблюдениям В. Н. Сукачева,

¹ F. Ruprecht. Ein Beitrag zur Frage über die Zeitdauer, welche zur Sumpf- und Torfbildung nothwendig ist. Bull. Acad. Sc. Pétersb., VII, 1863, p. 148—158.

² Г. Танфильев. О болотах Петербургской губ. Труды Вольно-эконом. общ., 1889, № 5, стр. 147—149.

³ Танфильев, там же, стр. 147.

⁴ L. von zur Mühlen. Der Soiz-See, seine Entstehung und heutige Ausbildung. Прот. Юрьевск. общ. ест., XVIII (1909), № 2—3, 1910, отд. 3, стр. 12—13.

⁵ М. фон цур-Мюлен. Исследования над Шпанкауским озером. Вестн. рыбопр., XXI, 1906, стр. 554—566, с двумя картами (глубин и толщины ила). То же в Прот. Юрьевск. общ. ест., XV (1906), № 3, стр. 5—17, с двумя картами.

⁶ J. Klinge. Ueber den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer. Botan. Jahrbücher, XI, 1890, p. 264—313.

⁷ А. Ф. Флеров. Образование болот и зарастание озер в северо-западной части Владимирской губ. «Землеведение», 1899, кн. 1—2, стр. 14—15; также Труды Общ. ест. Юрьевск. унив., X, 1902.

на Федосихинском болоте, близ ст. Бологое, ежегодный прирост торфа (*Sphagnum medium*) в среднем от 0,68 до 1,82 см, причем за иные годы прирост составляет 2—3 см¹; на Зоринских болотах, близ города Обоини Курской области, тот же автор наблюдал прирост *Sphagnum medium* в 4—4,5 см². На Полистовских болотах Псковской области, по исследованиям М. М. Юрьева, средний ежегодный прирост торфа (*Sphagnum medium*) от 0,79 до 4,63 см; в одном случае (формация *sphagnescum nano-pinosum*) за 11 лет вырос 51 см торфа³.

В Барабе Г. И. Танфильев⁴ наблюдал зарастание не только озер, но и рек⁵. То же подробно описывает И. Клинге для рек Латвии⁶, а А. Ф. Флеров для Владимирской области⁷. Все упомянутые авторы приписывают исчезновение рек (и озер) естественным процессам зарастания, а не изменениям климата.

Для западной Европы непосредственными метеорологическими наблюдениями может быть легко доказано, что в течение XIX столетия никакого изменения климата в сторону усыхания не произошло. И тем не менее здесь отмечен за короткое время целый ряд частью исчезнувших, частью обмелевших озер⁸. В недавнее время Breu⁹ установил исчезновение или превращение в болота целого ряда озер Баварии в течение XIX столетия; отсутствуют некоторые озера, нанесенные даже на карты 1834 года.

О ПРЕДПОЛАГАЕМОМ УСЫХАНИИ ОЗЕР КАЗАХСТАНА, ТУРКЕСТАНА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Мнение о прогрессивном усыхании озер Средней Азии и Западной Сибири до недавнего времени было всеобщим. Типичными примерами усыхающих бассейнов считались Аральское море, озера Чаны и Балхаш.

В первое же посещение Аральского моря, летом и осенью 1899 года, мне удалось установить, что уровень его, в противность ожиданиям, значительно повысился, даже по сравнению с картой, составленной на

¹ В. Н. Сукачев. Материалы к изучению болот и торфяников озерной области. Труды Преснов. биол. станции СПб. общ. ест., II, 1906, стр. 183, 184.

² В. Н. Сукачев. Материалы к изучению болот и торфяников степной области Южной России. 1. Зоринские болота Курской губ. Изв. Лесного инст., XIV, 1906, стр. 8 (отт.).

³ М. М. Юрьев. К вопросу о быстроте нарастания сфагнового покрова. Труды студ. научн. кружков физ.-мат. фак. СПб. унив., II, 1910, стр. 25. Скорость нарастания торфа определялась при помощи измерения толщи его, образовавшейся под корневой шейкой торфяниковой сосны, и данных о возрасте сосны, который легко вычислить, сосчитав число годовичных слоев у корневой шейки.

⁴ Г. И. Танфильев. Бараба и Кулундинская степь. Труды Геол. части. Каб. е. в., V, вып. 1, 1902, стр. 125—128.

⁵ О процессах зарастания озер и рек см. у J. Früh und C. Schröter. Die Moore der Schweiz, Bern, 1904, p. 19—65, а также в прекрасной книге В. Н. Сукачева. Болота, их образование, развитие, и свойства. П., 1915, стр. 7—31. См. также Н. Я. Кац. Болота и торфяники. М., 1941, стр. 88—110.

⁶ Klinge, l. c., p. 296—299.

⁷ А. Ф. Флеров. Труды Общ. ест. Юрьев. унив., X, 1902, стр. 90—93 (реки Кубрь и Игобла б. Переславского уезда; последние местами так заросла, что по выбкому покрову из переплетающихся мхов можно перебраться на другой берег) и стр. 338. См. также «Землеведение», 1899, кн. 1—2, стр. 9—11.

⁸ См. например, у W. Halbfass. Klimatologische Probleme im Lichte moderner Seenforschung. XXXII Jahresbericht d. Gymn. zu Neuhaudensleben, 1907, p. 13—14.

⁹ G. Breu. Neue Seestudien in Bayern. Ueber das Zurückgehen und Versumpfung bayrischer Seen in historischer Zeit. Berichte naturw. Vereins Regensburg. XI (1905—1906), 1908, p. 24—46.

основании съемок Бутакова в 1848—1849 годах¹. Остров Кугарал на карте Бутакова (1848) отделен от материка мелким (глубиной менее 2 м), не широким (не более километра) проливом. В 1880 году, в посещение Шульца, Кугарал был полуостровом. В 1899 году я застал Кугарал снова островом. По словам рыбаков, вода стала проливаться впервые в 1895 году. Целый ряд низменных островов к 1899 году совершенно скрылся под водой. На всех берегах Аральского моря можно было наблюдать затопленные кусты джидгила (разные виды *Tamarix*) и саксаула (*Haloxylon ammodendron* и *H. arhyllum*)—растений, избегающих воды. Близ устьев Сыр-дарьи затопленные заросли джидгила находились в 1899 году на глубине до 3 м. В 1901 году мне удалось на северо-западном берегу Аральского моря, на Каратамаке, найти репер, поставленный Тилло в 1874 году. Проникнув в него, я убедился, что уровень моря за 27 лет повысился на 121 см.

Начавшееся около 1885 года, поднятие уровня Аральского моря достигло максимума в 1911 году. После 1915 года оно сменилось понижением, но со второй половины 1921 года, вслед за сильным половодьем на Аму-дарье в августе этого года, снова началось поднятие, которое продолжалось по 1925 год. Затем уровень стал понижаться². Словом, зеркало моря испытывает колебания. Прогрессивного же понижения не наблюдается. Положение уровня моря находится в зависимости от количества атмосферных осадков, выпадающих в предгорьях и горах Тянь-шаня—в бассейнах Аму-дарьи и Сыр-дарьи.

В 1898 году П. Г. Игнатов и я наблюдали прибывание некоторых озер северо-восточного Казахстана³, а в следующем году Игнатов отметил то же явление на больших озерах Тениз и Кургальджин Акмолинской области. В течение 1929—1940 годов озера эти усыхали, и в 1940 году по периферии большого озера Селеты-денгиз начали отлагаться соли. Однако затем уровень всех этих озер стал повышаться, особенно сильно—в исключительно влажном 1946 году⁴.

Около 1890 года началось прибывание Балхаша, отмеченное мною в 1903 году⁵. Высокий уровень на Балхаше наблюдался вплоть до 1910 года, после чего началось понижение⁶, продолжавшееся с небольшими перерывами⁷ вплоть до конца 30-х годов.

Начиная с конца 50-х годов XIX века и вплоть до 1900 года, уровень Иссык-куля, насколько известно, понижался. С 1901—1902 годов намечилось повышение. В мою бытность на Иссык-куле в 1903 году прибывание было ясно заметно⁸. С 1910 года началось на Иссык-куле заметное понижение уровня, которое продолжалось по 1928 год, к каковому времени зеркало озера понизилось по сравнению с 1910 годом на 1,3 м⁹. Со второй поло-

¹ См. Изв. Турк. отд. Геогр. общ., II, вып. 1, 1900, прот., стр. 54—56.—Л. С. Берг. Аральское море. Там же, V, вып. 9, 1908, стр. 384 и сл.

² Л. С. Берг. Современное состояние уровня крупных озер СССР. Труды Второго всесоюзного гидрологического съезда, II, 1929, стр. 226.

³ Л. Берг и П. Игнатов. О колебаниях уровня озер Средней Азии и Западной Сибири. Изв. Геогр. общ., XXXVI, 1900, стр. 111—125.—Соленые озера Селеты-денгиз, Теке и Кызыл-как. Записки Зап.-сиб. отд. Геогр. общ., XXXVIII, 1901, стр. 37, 71, 80—82.

⁴ Е. В. Посохов. Об изменении солевого режима соляных озер сев.-вост. Казахстана. Изв. Геогр. общ., 1947 (печатается).

⁵ Л. Берг. Изв. Геогр. общ., XL, 1904, стр. 596.

⁶ Л. С. Берг. Труды Второго гидрол. съезда, 1929, стр. 227.

⁷ См. П. Ф. Домрачев. «Исследования озер» СССР, изд. Гидрол. инст., № 4, 1933, стр. 40.

⁸ Л. С. Берг. Озеро Иссык-куль. «Землеведение», 1904, кн. 1—2, стр. 30.

⁹ Л. С. Берг. Гидрологические исследования на Иссык-куле в 1928 г. Изв. Гидрол. инст., № 28, 1930, стр. 15.

вины 1928 года началось кратковременное повышение, которое в 1930 году сменилось понижением.

Замечательно, что Балхаш и Иссык-куль колеблются более или менее согласно. Так, в 80-х годах прошлого века оба озера понижали свой уровень. Напротив, в 1903 году на обоих был высокий уровень. С 1910 года оба озера стали понижаться. Такое совпадение понятно, ибо в Балхаш поступает главная масса воды через реку Или, получающую питание с Центрального Тянь-шаня, и в тех же горах расположен бассейн Иссык-куля.

Приблизительно с 1900 года озеро Ащи-куль в низовьях реки Чу, еще в 1888 году бывшее совершенно сухим, снова наполнилось водой вследствие изобилия воды в Чу, и вместе с тем и Иссык-куль с 1901 года начал, как мы видели, прибывать¹.

Относительно озера Чатыр-куль, лежащего в Центральном Тянь-шане, имеются данные, что оно тоже около 1890 года начало прибывать².

По сообщенным мне Западно-сибирским отделом Географического общества сведениям, собранным Букейхановым, болото Борлы-как на границе б. Каркаралинского и Семипалатинского уездов, по карте съемки конца 70-х годов, имеет 2 км в диаметре; спустя 20 лет, в 1899 и 1900 годах, оно превратилось в большое озеро в 10—12 км в диаметре. В этих же местах с 1890 года солонцы, впадины и болота начали наполняться водой, и к 1900 году образовалось болото Кень-татр и озеро Елыкпай, ранее не существовавшие.

Озера Ала-куль и Сасык-куль, по сведениям, собранным О. А. Шкапским в 1904 году и сообщенным мне, за первые годы XX века сильно прибыли, так что затопили с давних пор проложенные у их берегов дороги. По наблюдениям, произведенным в 1909 году, озера Ала-куль, Сасык-куль, а также Уялы, Джаланаши и Баскан, равно как и Балхаш, за последние годы поднимали свой уровень³.

Наряду с Балхашом типичным усыхающим бассейном считалось озеро Чаны, картография которого была разработана Ядринцевым⁴. Однако Г. И. Танфильев подверг сомнению точность имевшихся в распоряжении Ядринцева карт: озера Сумы-чебаклы, на которые указывает этот автор как на усохшие, не упоминаются уже в XVIII столетии Палласом. И в 50-х годах существовали лишь группы небольших озер на том месте, где на прежних картах показывались огромные бассейны Абышкан и Чебаклы. По сведениям Миддендорфа (1868 год), озеро Чаны имело высокий уровень в начале XIX столетия; в 50-х годах был период усыхания, но в 1868 году озеро Чаны снова довольно сильно прибыло; к концу XIX столетия оно снова обсохло, но в 1899 году, в посещение Танфильева, стало наблюдаться новое поднятие воды. По данным А. А. Кауфмана, можно предположить, что поднятие озера Чаны началось еще с середины 80-х годов. Высокий уровень был на Чанах в 1914 году, низкий—в 30-х годах настоящего века.

Краснопольский, работавший в 1896—1897 годах в Западной Сибири, вдоль линии Сибирской ж. д., говорит, что здешние озера усыхали в 40-х годах и с 1860 по 1880 год, напротив, поднимали свой уровень в 1854—1860 и 1883—1886 годах⁵.

О колебаниях уровня озер северного Казахстана сообщает А. Г. Во-

¹ Л. Берг. Озеро Иссык-куль. «Землеведение», 1904, кн. 1—2, стр. 33.

² Богданов. Озеро Чатыр-куль. Изв. Геогр. общ., XXXIV, 1900, стр. 335.

³ Материалы по обследованию туземного и русского хозяйств в Семиреч. обл., под ред. П. Румянцев а. I. Лепсинский уезд. Вып. 1, СПб., 1911, стр. 57, 58.

⁴ Изв. Геогр. общ., 1886.

⁵ Краснопольский. Геологические исследования по линии Зап.-сиб. ж. д. XVII, 1899, стр. 38.

ронов¹. В озерах Наурзумского заповедника в конце 20-х и в 30-х годах настоящего века наблюдался низкий уровень, а в 1937 году произошло полное пересыхание озер. С 1938 года началось частичное наполнение озер. Вообще же в северном Казахстане особо низкое стояние уровня озер приходилось на годы 1818, около 1850, 1868, 1893—1898, 1916—1920, 1931—1940.

В бассейне Ишима в Западной Сибири, по сведениям А. А. Кауфмана, работавшего здесь в 1899 году, значительное обводнение и затопление озер и болот наблюдалось в конце 50-х и начале 60-х годов. «Начав подниматься в 1855 году, вода к 1858 году достигла наивысшего уровня, на котором и простояла до 1860 года; затем она стала опускаться, а с 1862 по 1884 год стояла на одном, довольно низком уровне, хотя далеко выше против уровня начала 50-х годов. С 1884 года вода опять начала подниматься, и это поднятие продолжается и до сих пор (1888 год)»².

Явление прибывания озер замечено в конце XIX и начале XX столетия не только в Западной Сибири и Туркестане, но и на Кавказе, в Иране, Малой Азии, Палестине, Центральной Азии. Так, отмечено прибывание озер Севана (Гокчи)³, Вана⁴, Урмии, Мертвого моря, бассейна Лоб-нора⁵.

Сопоставление сведений об уровне озер Азии показало, что о прогрессивном усыхании не может быть и речи: уровень испытывает колебания то вверх, то вниз. Эпохи прибывания и убывания для озер Средней Азии, Западной Сибири и Севана в XIX столетии приблизительно приходятся на следующие годы⁶.

Максимум . . .	начало 40-х годов
Минимум . . .	около 1854 года
Прибывание . . .	1854—1860 (Сибирь), около 1860 (Туркестан)
Убывание . . .	60-е и 70-е годы
Минимум . . .	начало 80-х годов
Прибывание . . .	80-е, 90-е и 900-е годы

Замечательно, что реки Туркестана (Теджен, Мургаб, Аму-дарья, Зеравшан, Сыр-дарья, Чу, Или) за последнее десятилетие XIX столетия отличались заметным многоводием⁷. Вместе с тем на целом ряде мелких ледников Тянь-шаня отмечены признаки надвигания; из больших же ледников одни наступают, другие находятся в стационарном положении, третьи отступают. Количество атмосферных осадков в Тянь-шане в конце XIX

¹ А. Г. В о р о н о в. О колебаниях уровня озер Кустанайской области. Изв. Геогр. общ., (печатается).

² А. К а у ф м а н. Экономический быт государственных крестьян Ишимского округа Тобольской губ., ч. 1. Материалы для изучения экономического быта государственных крестьян и инородцев Западной Сибири, вып. III, СПб., 1899, стр. 5—7. Для той же области А. Г о р д я г и н (Геоботанические исследования в южной полосе Тобольской губ. в 1896 г. Ежегод. Тобольск. музея, VII, Тобольск, 1897, стр. 8 отг.) указывает высокий уровень воды для 1854—1860 годов, затем усыхание до 80-х годов; около 1883—1886 годов новое поднятие вод, но менее значительное. То же в Трудах Казанск. общ. ест., XXXIV, вып. 3, 1900, стр. 35.

³ Л. Б е р г. Заметки об уровне некоторых озер Армянского плоскогорья. «Землеведение», 1910, кн. 2 (повышение с 1907 года). См. также Е. С. М а р к о в. Озеро Гокча. Ч. 1, СПб., 1911, стр. 170 и сл.

⁴ Н. Л у н с х. Armenia. London, II, 1901, p. 52 (прибывание началось около 1895 года).

⁵ Цит. см. Л. Б е р г. Аральское море, 1908, стр. 397.

⁶ Л. Б е р г. Аральское море, стр. 398—399. Е. С. М а р к о в. Озеро Гокча, ч. 1, СПб., 1911, стр. 180.

⁷ Особым многоводием отличалась Аму-дарья в годы 1878—1880, 1898—1900, 1914—1916. Очень мало воды было в годы 1874—1875, 1893 и 1909—1910. См. А. И. Т х о р ж е в с к и й. Аму-дарья между г. Керки и Аральским морем. Материалы по гидрометрии рек бассейна Аму-дарьи. Пгр., 1916, стр. 27, график XXIII (изд. Отд. зем. улучш.).

века тоже заметно возросло. Так, в Алма-ата за десятилетие 1881—1890 выпадало в среднем 550 мм осадков, а за десятилетие 1891—1900 592 мм; за пятилетие 1901—1905 669 мм. Соответственные цифры для Ташкента: 1881—1890 338 мм и 1891—1900 377 мм¹.

Итак, о прогрессивном высыхании озер Западной Сибири, Казахстана и Туркестана в течение прошлого столетия не может быть и речи. Происходят только колебания уровня вверх и вниз в соответствии с колебаниями климата, обнимающими немногие десятки лет.

Брикнер хотел видеть в колебаниях уровня озер такую же 35-летнюю периодичность, какую он описывает для колебаний климата—для температуры воздуха, атмосферных осадков, давления². Брикнеру, без сомнения, удалось обнаружить, что на всей Земле происходят колебания климата продолжительностью в несколько (2—5) десятков лет. Установление этого факта имеет большую важность: раньше всякое изменение климата склонны были рассматривать как начало прогрессивного похолодания или потепления, увлажнения или усыхания и т. п. Теперь мы знаем, что этого рода колебания («брикнеровы») не сказываются на ходе «вековых» (т. е. более продолжительных) изменений климата.

Брикнер полагал, что установленные им колебания климата приблизительно периодичны и что период их равен в среднем 35 годам. Последний, использованный Брикнером год, это 1880-й. Протекшие с того времени 65 лет не доставили подтверждения 35-летней периодичности. Изучение колебаний температуры воздуха в Лондоне, Берлине, Стокгольме за последние 150—160 лет не показывает и следа 35-летних брикнеровых периодов³. Равным образом колебания уровня Каспийского моря не позволяют обнаружить здесь наличия 35-летнего периода⁴.

О ПРЕДПОЛАГАЕМОМ ОБМЕЛЕНИИ РЕК

Вопрос о прогрессивном высыхании озер на Земле стоит в тесной связи с вопросом о предполагаемом обмелении рек. О том, что количество воды в реках уменьшается, писал еще Элиан⁵. В XIX столетии этим вопросом снова заинтересовались в связи с исследованиями Берггауза, указавшего в 1835 году на прогрессивное уменьшение количества воды в Эльбе, которое де идет столь быстро, что если дело будет так продолжаться, то судоходство на Эльбе «через 24 года» должно будет прекратиться. Об обмелении рек России говорилось за минувшее столетие очень много. Проф. Барсов в своих известных «Очерках русской исторической географии»⁶ пишет, что наши реки в древности «были шире и глубже и удобнее для судоходства чем теперь, при их видимом обмелении; оно (судоходство) начиналось ближе к их истокам и производилось по многим побоч-

¹ Напротив, на востоке Европейской России (Казань, Самара (Куйбышев), Оренбург (Чкалов), Уральск с половины 80-х годов XIX столетия и до 1911 года (насколько прослежено, наблюдался сравнительный недостаток осадков, особенно летних. См. А. Т о л ь с к и й. К вопросу о колебании климата восточной России с половины XIX столетия по настоящее время. Журн. опытно. агрономии, XVII, 1916, стр. 225—275.

² Е. B r ü c k n e r. Klimaschwankungen seit 1700. Wien, 1890.

³ Л. С. Б е р г. Основы климатологии. 2-е изд., 1938, стр. 441—444.

⁴ Л. С. Б е р г. Уровень Каспийского моря за историческое время. Проблемы физ. географии, I, 1934.

⁵ C l. A e l i a n u s. Varia historia, lib. VIII, c. 11. Цит. по Н. L e i t e r. Abhandl. geogr. Gesell. Wien, VIII, № 1, 1909, p. 2.

⁶ Н. П. Б а р с о в. Очерки русской исторической географии. География начальной (Несторовой) летописи. 2-е изд. Варшава, 1885, стр. 19—20.

ным рекам, которые в настоящее время или пересохла или превратились в болото».

Рассмотрим, что следует подразумевать под обмелением реки. Обмелением называют уменьшение глубины воды в реке в данном участке. Но это уменьшение может быть местным, например, вследствие избыточного отложения осадков в одном пункте или разлития здесь реки на большем протяжении; в этом случае обмелению в одном месте соответствует углубление русла в другом. Или же уменьшение глубины может быть лишь кажущимся, зависящим от иного распределения стока: как известно, в наших равнинных русских реках половодье при вырубании лесов в бассейне реки становится очень кратковременным, но зато очень высоким: общее количество стекающей воды не уменьшилось, но способ стока ее изменился, и период времени, удобный для судоходства, укоротился; отсюда—мнение об обмелении реки. Под истинным обмелением следует понимать уменьшение глубины во всей речной системе, другими словами—прогрессивное уменьшение годового расхода воды в реке (в ее устьях). Причиной уменьшения общего расхода в данном речном бассейне могут быть:

1) факторы климатические, т. е. главным образом уменьшение количества атмосферных осадков, выпадающих в бассейне данной реки;

2) изменения в гидрографии данного бассейна. Например, соединение с другим речным бассейном и отдача ему части вод. Другой случай: Амударья в конце XIX столетия протекала в дельте через многочисленные большие озера; при сухом климате этих мест с огромной площади озер масса воды уходила на испарение. Но в начале XX столетия, частью вследствие заполнения озер речными наносами, частью вследствие других изменений в дельте, Аму стала нести свои воды прямо в Аральское море, минуя озера, и, очевидно, расход воды в дельте увеличился.

Вопрос о прогрессивном обмелении рек в России поднимался еще в 30-х годах прошлого столетия, когда на верхней Волге жаловались на затруднения судоходству вследствие маловодья реки. Еще тогда указывали, что обмеление Волги—результат уменьшения количества атмосферных осадков, вызванного рублением лесов в верховьях Волги. Но тогда же академик Бэр, один из членов назначенной по этому случаю академической комиссии, отнесся к этому объяснению скептически¹, указывая, что вряд ли лесам можно приписывать такое заметное влияние на атмосферные осадки. Спустя 40 лет нашей Академии снова пришлось иметь дело с тем же вопросом об обмелении рек: в 1875 году была получена записка австрийского инженера Векса (1873), доказывавшая всеобщее уменьшение воды в реках и источниках. Выбранная Академией по этому случаю комиссия пришла к следующему выводу: «истинное уменьшение ежегодного количества воды кажется нам недоказанным фактически ни для одной реки; что же касается до обуславливающих факторов, то дождевые измерения—по крайней мере в западной Европе, где они производились в течение 100—200 лет—не показывают ни малейшего изменения в количестве выпадающей влаги ни в одном речном бассейне»².

¹ K. Baer. Vorwort zu P. Köppen. Ueber den Wald- und Wasser-Vorrat im Gebiete der obern und mittlern Wolga. Ein Bericht an die Commission zur Untersuchung der Frage über den Einfluss der Verminderung der Wälder auf die Verminderung des Wassers in der obern Wolga.—Beiträge zur Kenntniss d. Russ. Reich., IV, 1841, p. 191.

² Г. Гельмерсен и Г. Вильд. Донесение комиссии, рассматривавшей записку г. Векса об уменьшении количества воды в источниках и реках. Зап. Академии наук, XXVII, 1876, стр. 130.

Несмотря на это, мнение об обмелении наших рек и о влиянии на этот процесс рубки лесов продолжало господствовать среди ученых. Одним из ярких выразителей его явился Я. Вейнберг в своей прежде довольно распространенной книге о лесе¹.

Вопрос о предполагаемом обмелении рек Европейской России в течение исторической эпохи был подвергнут в свое время обстоятельному рассмотрению В. В. Докучаевым². Указывалось между прочим, что прежде судоходство было развито на таких реках и в таких местах, где теперь оно не производится и не может производиться. Для опровержения этого мнения Докучаев разбирает теперешние и прежние условия судоходства по реке Гжати (бассейн верхней Волги), относительно обмеления которой писал в 1862 году Цебриков («Смоленская губерния», стр. 77). Оказывается, что судоходство по Гжати возможно—теперь, как и прежде—только в половодье, а половодья за последнее время, с рубкой лесов, стали очень коротки (хотя и многоводны); отсюда—падение судоходства. Кроме того, тут играют роль экономические причины: с каждым годом леса, годного для постройки судов, становится в бассейне Гжати меньше, его приходится привозить издалека, что повышает стоимость перевозки водою; к тому же через этот район прошли железные дороги. Исторические свидетельства показывают, что в X веке по Днепру ходили суда, сделанные из одного дерева, тогда как в середине XIX столетия днепровские суда поднимали до 250 тонн³. Это и многие другие данные заставляют Докучаева прийти к выводу, что обмеления наших рек не замечается.

С того времени, когда писал об этом Докучаев, произведено много детальных гидрогеологических исследований в бассейнах рек России, и все собранные данные безусловно подтверждают соображения Докучаева.

Вопросом об обмелении наших рек, особенно бассейна Днепра, много занимался Е. В. Оппоков⁴. Он вполне присоединяется к взгляду Докучаева: точные данные показывают, что режим рек подчиняется колебаниям в выпадении атмосферных осадков; колебания осадков соответствуют общим климатическим колебаниям, которые, как мы видели, имеют продолжительность в 20—50 лет. Таким образом, количество атмосферных осадков, а вместе с тем и воды в реках в течение некоторого промежутка времени, измеряемого немногими десятками лет, убывает, чтобы затем в течение приблизительно такого же промежутка прибывать. Следовательно, можно говорить лишь о колебаниях количества стекающей через реки воды, а не о прогрессивном обмелении их. Это может считаться вполне доказанным как для западной Европы, так и для СССР.

Обработанные Е. В. Оппоковым водомерные наблюдения на Днепре в селе Лопманской Каменке охватывают период свыше 60 лет. За все это время прогрессивного изменения уровня Днепра в одну сторону нет. Высокие разливы были в 1845 году, когда весеннее половодье достигало

¹ Я. Вейнберг. Лес, значение его в природе и меры к его сохранению. М., 1884 (первоначально печаталось в Русск. вестн., 1876), особенно стр. 343—470.

² Заседания Петерб. собрания сельских хозяев, № 7, 7 декабря 1876, стр. 1—16.

³ В начале XX столетия по Днепру ходили суда, поднимавшие до 800 и даже до 1300 т. См. Н. Максимович. Днепр и его бассейн. Киев, 1901, стр. 321—323.

⁴ Е. В. Оппоков. Сельское хозяйство и лесоводство, СХС VII, 1900, стр. 633—706.—Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра. Ч. 1, СПб., 1904, стр. 1—87.—Речные долины Полтавской губ. Ч. 1, СПб., 1901, стр. 6—8. Ч. II, 1905, стр. 377—391.—Колебания водоносности рек в историческое время. «Исследования рек СССР», вып. IV, изд. Гидрол. инст., Л., 1932, стр. 1—82.

6,93 м над нулем, в 1877 году 5,98 м, в 1908 году 5,56 м, затем—в 1917 и 1931 годах. В 1892 году уровень Днепра очень сильно понизился, что вызвало даже опасения за дальнейшую судоходность реки, но это явление, наблюдавшееся и на ряде западноевропейских рек, объясняется уменьшением количества атмосферных осадков, какое отмечено для начала 90-х годов (напомним голодный 1891 год). Но вслед затем кривая атмосферных осадков, а вместе с тем и уровня Днепра, пошла вверх, и за годы 1893—1896 сток в бассейне этой реки достиг давно небывалой величины¹. В 1931 году на Днепре было половодье, при котором максимальный расход у Киева (24 тыс. куб. м в секунду) далеко превысил наблюдавшиеся раньше расходы.

Оппоковым исследованы, кроме того, колебания реки Сены у Парижа с 1731 года, Рейна у Дюссельдорфа с 1800 года, Эльбы у Магдебурга с 1727 года, и везде обнаружено одно и то же: имеются колебания в количестве стекающей воды то в ту, то в другую сторону, прогрессивного же уменьшения расхода воды не наблюдается². Замечательно, что на всех упомянутых реках можно было подметить увеличение стока около половины 90-х годов XIX века.

Защитники обмеления Днепра указывали, что во времена варягов по этой реке производилось судоходство через пороги и что суда доходили так высоко по Днепру вверх, как теперь подниматься не могут. Докучаев и Оппоков опровергают эти ссылки тем, что суда варягов были «однодревки», утлые челны, выдолбленные из одного дерева; очевидно, эти «суда» могли подниматься высоко вверх. Факт же «взвода» их через пороги вымысел. Константин Багрянородный, византийский писатель первой половины X века, говорит определенно, что порог «Неасит» (Неясыть, ныне Ненасытец) обходит по суше, «на этом пороге все суда вытаскивают на твердую землю. И назначенные люди выходят вместе стоять с ними на страже и уходят. Стражу они держат неусыпно из-за печенегов. Остальные же, выбрав вещи, бывшие в однодревках, на протяжении шести миль проходят по берегу, ведя в цепях рабов, пока пройдут порог. Затем таким же образом, одни волоком, а другие взявши на плечи свои однодревки, перетаскивают их на ту сторону порога, спускают их в реку и входят, вложив свой груз, и тотчас плывут далее»³.

Возможность судоходства (в современном смысле слова) на Днепре выше Дорогобужа (200 км от истока) Оппоков опровергает тем соображением, что бассейн Днепра выше названного города имеет ничтожную площадь, около 6 800 кв. км, с которой, очевидно, ни при каких условиях не могло стекать значительно большее количество воды чем теперь; принимать же для прежних времен изменения в величине бассейна нет оснований⁴.

Что же касается до годов особенно мелководных, то Оппоков справедливо ссылается, что и прежде бывали исключительные засухи и мелководья: так, по рассказам Тацита, Рейн в 70-х годах нашей эры вследствие необычайной засухи стал почти несудоходен.

Как раз для недавнего времени имеется указание на случай совершенно исключительного половодья для одной из рек бассейна Днепра. П. З. Ви-

¹ Е. В. Оппоков. Режим речного стока в бассейне Днепра, II, 1914.

² Там же.

³ Сочинения Константина Багрянородного «О фемах» (De thematibus) и «О народах» (De administrando imperio). С предисл. Г. Ласкина. М., 1899 (Чтения Общ. ист. и древ. росс. при Моск. ун-в., 1899, кн. 1 (188), отд. III, стр. 72—73. См. также Е. В. Оппоков. Режим Днепра, I, стр. 21, 52.—Н. Макасович. Днепр и его бассейн. Киев, 1901, стр. 23—25.

⁴ Оппоков, стр. 23—25.

ноградов-Никитин сообщает следующий чрезвычайно интересный факт: надпойменная терраса реки Десны в Черниговской области, покрытая вековым сосновым лесом, очутилась под летним половодьем Десны 1908 года и в течение всего лета оставалась под водою; в результате—на боровом, прежде совершенно сухом месте, погиб от воды весь лес¹.

Точно так же и С. Н. Никитин относительно бассейна верхнего Днепра указывает на отсутствие данных для допущения, чтобы абсолютная водоносность в бассейне этой реки в историческое время сколько-нибудь заметно изменилась; если здесь что изменилось,—это относительная водоносность, меняющаяся под влиянием распашки лесных и заболоченных пространств; действительность же естественных физико-географических факторов в этом отношении ничтожна².

Относительно бассейна верховьев реки Оки Н. А. Богословский полагает, что здесь условия проникновения влаги в почву в докультурный период, когда растительный покров был сплошным, являлись в общем более благоприятными чем теперь. Ухудшение условий водоносности почвы произошло вследствие развития полевой культуры, особенно же вследствие распашки крутых склонов, что «вызвало усиленное размывание поверхности и усиленный рост наносов по оврагам и долинам; началось смывание почвенного слоя, появились растущие овраги; болота по ложинам и оврагам были сначала занесены, а затем промыты; занесены были также болотистые или влажно-луговые пространства по речным поймам, вследствие чего влажность этих пространств, особенно при одновременном часто наблюдаемом углублении речного русла, понизилась, и стала возможной местами даже распашка их»³.

Рассматривая историю водоносности окского бассейна, и Никитин приходит к тождественному выводу: за историческое время никакого изменения в климате средней части европейской территории Союза не наблюдается⁴.

Касаясь мнения об исчезании родников в бассейне верховьев Волги, Никитин сообщает, что никаких изменений в дебите существующих источников, а тем более исчезновения таковых не наблюдалось ни им, ни кем-либо из заслуживающих доверия исследователей. Что касается естественного обмеления рек (понимая под этим только абсолютное уменьшение общего годовичного расхода воды данной системой), то автор выражается так⁵: «Ни одно из собранных нами данных не говорит за вероятность сколько-нибудь существенного и заметного уменьшения абсолютного годовичного расхода воды при соединении Волги с Селижаровкой в течение рассматриваемой современной геологической эпохи».

Необычайное разлитие Москвы-реки весной 1908 года (25—26 апреля нового стиля)⁶ показывает, что о прогрессивном обмелении бассейна

¹ П. З. Виноградов-Никитин. (Библ. заметка.) Лесн. журн., 1910, стр. 643.

² С. Н. Никитин. Бассейн Днепра. СПб., 1896, стр. 155, 146. На стр. 143 здесь говорится: «Никаких крупных перемен общего мирового характера, крупных перемещений суши и моря, кризисообразовательных процессов, поднятий и понижений суши, крупных климатических перемен, которые бы существенно отразились между прочим на водоносности верховьев Днепра, абсолютной и относительной—допускать для площади Средней России в современную (т. е. послеледниковую) эпоху нет ни малейших фактических оснований».

³ Н. А. Богословский. Бассейн Оки. Почвенные исследования. Труды эксп. для исслед. источников рек Европейской России. СПб., 1896, стр. 92—95.

⁴ С. Н. Никитин. Бассейн Оки. СПб., 1895, стр. 100, 104—108.

⁵ С. Н. Никитин. Бассейн Волги. СПб., 1899, стр. 219.

⁶ Д. Н. Анучин. Наводнение в Москве в апреле 1908 г. «Землеведение», 1908, кн. 2, стр. 87.—В. К. Шпегер. Изыскания мероприятий против наводнений в гор. Москве. М., 1910, стр. 1—24.

реки Оки не может быть и речи. 1908-й, а также 1909 год, вообще ознаменовались в Европейской России небывалыми наводнениями¹.

Относительно озер в верховьях Волги существует мнение, что они сравнительно недавно занимали обширную площадь. И. С. Поляков² полагал, что в недавнее время озеро Селигер стояло на 21 м выше современного уровня и таким образом было соединено со многими соседними озерами. Напротив, С. Н. Никитин нигде не нашел осадков озера Селигера выше, чем на 2—3 м над современным уровнем³. В верховьях Волги очень мало озер, окончательно заросших и обращенных в болота; преобладают болота самостоятельного происхождения. Правда, значительное число озер окружено более или менее развитым болотным кольцом, т. е. находится в значительных стадиях зарастания. Однако здесь «нет никакого основания предполагать какое-либо участие причин метеорологических вроде уменьшения атмосферных осадков и вообще абсолютного уменьшения водоносности страны»⁴.

Относительно болот в исследованной области (бассейн верховьев Волги, до слияния с Селижаровкой, включая весь бассейн последней) Никитин пишет⁵: «Нигде на всей площади нашего исследования нам не приходилось наталкиваться на болота, находящиеся в состоянии естественного усыхания, болота, размеры которых уменьшались бы. Нет ни одного пункта на нашей геологической карте, на котором были бы найдены древние болотные отложения вне современных болот; те участки нашей карты, на которых не показано современных болот, наверное не были никогда ни болотами, ни озерами, так как таковому предположению противоречит их геологическое строение. Мы полагаем, что без надлежащего изучения почвенного строения и растительных остатков, находящихся в почвенном и подпочвенном слое, утверждение о некогда бывшей заболоченности того или иного участка или вообще сколько-нибудь большем распространении болот на площади верховьев Волги лишено всякой фактической основы». Напротив того, отмечено разрастание и распространение существующих болот, особенно моховых, сопровождаемое заболачиванием и гибелью леса, при котором повсеместно наблюдаются по окраинам болота. Заключение, которое автор делает относительно водоносности бассейна верховьев Волги, следующее: «Нет никаких данных, которые указывали бы, что абсолютная водоносность в течение современной геологической эпохи уменьшилась»⁶.

Почвовед А. М. Панков, производивший в 1913 году подробное обследование б. Валуйского уезда Воронежской области, пишет⁷:

«Водой сравнительно богаты реки Оскол да Валуй. Что же касается остальных рек, то они представляют довольно печальную картину. В большинстве случаев в течение лета речки пересыхают, оставляя память по живой водной струе лишь в виде заросших болотцев (старич) с вонючей

¹ См. Исследование весеннего половодья 1908 года. Вып. II. П., 1923, изд. Росс. Гидрол. инст.—Укажем еще на необычайное наводнение в Париже в январе 1910 г., когда уровень Сены поднялся выше, чем когда-либо (кроме февраля 1658 года).

² И. С. Поляков. Об исследованиях в верховьях Волги. Изв. Геогр. общ., X, 1874, стр. 319.

³ С. Н. Никитин. Бассейн Волги, стр. 119, 216—217.

⁴ Там же, стр. 217.

⁵ Там же, стр. 218.

⁶ С. Там же, стр. 222.

⁷ А. М. Панков, А. А. Дубянский и К. П. Горшенин. Валуйский уезд. Материалы по ест.-ист. исследованию Воронежской губ., отд. IV, вып. 1, изд. Воронеж. обл. упр. по опы. делу, М., 1922, стр. 9—10.

водой, целью располагающихся по руслу реки. Таковы реки: Юшина-Казинка, Ураева, Подгорная, Лозная. Необходимо констатировать факт обмеления рек. Не будем говорить об обмелении как общем явлении: причину его надо искать в местных условиях. Наблюдения показывают, что исчезновение воды зависит от огромной сети овражной системы: овраги сносят в реки громадное количество аллювия, загромаждающего реки. С другой стороны, происходящие в оврагах обвалы иногда прекращают выход наружу грунтовых вод. При этом А. М. Панков ссылается на наблюдения А. А. Дубянского. Мелкие реки Валуйского уезда получают грунтовую воду преимущественно из мощного мелового горизонта, выходы коего часто наблюдаются по берегам рек. Нередко овраги, впадающие в речку, повышают своими наносами русло речки, запирают выходы «меловых» источников, и речки постепенно превращаются в балку с широкой луговой долиной. Так случилось, например, с речкой Сухой Казинкой. Еще на памяти стариков, лет 50—60 тому назад (до 1913 года), она представляла собой довольно глубокую реку с холодной водой. Теперь же на тех местах, где раньше ловили рыбу, у крестьян хорошие луговые сенокосы. Заложенная в долине Сухой Казинки (у слободы Борок) скважина вскрыла типичный овражный делювий мощностью до 4 м; на глубине 2 м от поверхности скважиной встречена обильная вода, дававшая до 200 ведер в час; вблизи этой скважины есть колодезь, обильный водой. «Повидимому, в пределах балки Сухой Казинки существует мощный горизонт грунтовой «меловой» воды; он-то, будучи первоначально вскрыт, и питал реку». Судьбу Сухой Казинки разделяют и другие речки Валуйского уезда.

«Таким образом,—заключает Панков,—причину обмеления и даже умирания некоторых рек Валуйского уезда в значительной степени следует видеть не в уменьшении атмосферных осадков, не в «усыхании климата», а в уменьшении грунтовых вод, питающих реки, в ослаблении их притока, частью в силу дренажа быстро растущих оврагов, частью в силу заноса, запирающего грунтовых вод огромными выносами этих же оврагов».

Об оскудении среднего Поволжья водою писали Липинский и М. Богданов. По словам первого, «долины рек и речек Симбирской губернии имели некогда значение огромных водовместилищ, распространявшихся на несколько верст ширины»; «огромные реки и болота покрывали всю поверхность»; «масса воды в значительных реках здесь сильно уменьшается, так что многие из них, хотя протекают в широких долинах, но прорыли новые узкие русла»; «озера, бывшие глубокими, обратились в тинистые болота», «заросших торфяников и болот особенно много в северной части Сызранского уезда»; «многие реки здесь представляют в настоящее время суходолы, а местность была наполнена некогда бесчисленными родниками и озерами»; «многие озера иссякли на памяти старожил и представляются в настоящее время лугами» и так далее¹.

Однако С. Н. Никитин и Н. Ф. Погребов, производившие в 1894 и 1896 годах специальные гидрогеологические исследования в бассейне Сызрана, приходят к совершенно другим выводам. Рельеф страны в этих местах сильно расчленен, и эрозионные явления здесь весьма выражены; следствием этого,—а не изменений климата,—оказывается общее понижение уровня грунтовых вод и ключей и уменьшение величины падения рек. Что касается озер, то таковых в верхней части бассейна Сызрана

¹ Липинский. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Ген. штаба. Симбирская губ., ч. I, СПб., 1868, стр. 65, 66, 85, 139 (цит. по С. Никитину. Бассейн Сызрана, 1898, стр. 134).

всего три и, по наблюдениям авторов, в современный геологический период их больше и не было; одно из озер, Щучье, в настоящее время исчезает, вследствие заполнения песчаным наносом. Относительно болот упомянутые авторы пишут: «Мы не нашли никаких признаков ни некогда более обширного распространения здесь болот, ни их вымирания, о котором, не приводя определенных примеров, говорят многие авторы»¹. Местами, правда, встречаются болота, покрытые песчаными наносами, но это вовсе не результат уменьшения водоносности питающих источников, а зависит частью от естественного понижения и углубления русла рек (совершающегося здесь вследствие значительного падения рек особенно быстро), частью же от непостоянства здешних речных русел, от изменений в течении рек². Торфяники, имеющиеся в речных долинах бассейна Сызрана, при весьма значительном заболачивании этих долин, никоим образом не могут считаться вымирающими; они только перемещаются под влиянием упомянутых выше изменений в течении рек³.

Что касается до иссякания источников, о чем писал Липинский, то в бассейне Сызрана на самом деле не наблюдается никакого общего естественного понижения уровня грунтовых вод и общей водоносности; случаи же иссякания источников сводятся к местным явлениям, вызванным местными причинами, именно частью — засорением под влиянием деятельности человека, частью — действительным осушением, но только не под влиянием изменений климата. Так, ключи в бассейне озера Щучьего и реки Черной (в верхних частях Сызрана) исчезли вследствие занесения склонов, а местами и дна оврагов песком, а это явление, в свою очередь, обязано вырубанию сосновых лесов⁴. Точно так же и естественного обмеления рек в бассейне Сызрана упомянутые авторы не наблюдали⁵.

Вывод, к которому они приходят относительно бассейна Сызрана, следующий: «Если природных запасов вод недостает на некоторых лесных водоразделах и грунтовые воды глубоки, то недостаток этот природный, существовавший искони веков и зависящий от почвы и геологического строения»⁶.

А. Н. Карамзин, указывая (1901) на наблюдающееся «за последние 12—15 лет» иссякание многих источников в Бугурусланском районе и в соседних, объясняет это явление скашиванием травяного покрова степей: прежде сухие стебли трав и отмершие листья образовывали на земле настилку, которая предохраняла снег от сдувания, а весной давала ему возможность, медленно стаявая, впитываться в почву; теперь же, когда степь распахана, выкошена, истоптана скотом, естественные условия сохранения и таяния снега стали совсем иными: при первом же ветре снег с гладкой степи сдувается в овраги, где весной быстро стает, теряясь безвозвратно для почвы⁷.

Описывая Бузулукский бор, Г. Н. Высоцкий, в опровержение мнения П. А. Земляченского (Труды опыт. лесн., II, 1904, стр. 421), полагает,

¹ С. Н. Никитин и Н. Ф. Погребов. Бассейн Сызрана. Исслед. гидрогеол. отд. Труды Экспед. для исслед. источ. рек. СПб., 1898, стр. 136—137.

² Никитин и Погребов, стр. 67.

³ Там же, стр. 137.

⁴ Там же, стр. 138; см. также стр. 38 и при ней фотографию («Движение лесков после вырубки леса около с. Русская Темрязань»).

⁵ Там же, стр. 139.

⁶ Там же, стр. 144.

⁷ А. Н. Карамзин. Птицы Бугурусланского и сопредельных уездов, Материалы к познанию фауны и флоры Росс. имп., отд. воол., V, 1901, стр. 223—224 (изд. Общ. исп. прир., Москва). — А. Н. Карамзин. Климат Бугурусланского уезда. Самара, 1912, стр. 143—146, 211.

что изменения климата в сторону усыхания здесь не происходило; если и замечается уменьшение вод, то оно обязано не климатическим причинам, а уменьшению запаса грунтовых вод. Последнее же обстоятельство автор ставит в связь с разрастанием на песке леса, использующего водные запасы¹.

Н. А. Соколов в течение 1893 и 1894 годов произвел чрезвычайно тщательное гидрогеологическое исследование Николаевской области, предпринятое по случаю засух, посетивших Украину в начале 90-х годов. Причину высыхания украинских степей, «кстати заметить, нередко преувеличиваемого», Соколов отказывается видеть в изменении климатических условий, а также, для южной части Николаевской области, в истреблении лесов, так как лесов в б. Одесском и Херсонском уездах никогда не было. Причиной иссыхания степей, по мнению Соколова, опирающегося также на исследования Докучаева и Измаильского, является «истребление могучей степной растительности, травянистой и кустарной, некогда покрывавшей сплошь наши степи, а также изменение рельефа вследствие образования многочисленных оврагов и балок»². Помимо сильнейшего дренажного влияния, какое имеет степной овраг, постепенно растущий вверх, он изменяет раз навсегда равнинный рельеф степи, облегчая в чрезвычайной степени сток поверхностных, почвенных и грунтовых вод. При этом Соколов ссылается на слова Измаильского (Влажность почвы, стр. 317, 312), который говорит: «Важнейшее из всех условий, способствующих накоплению влаги в почве наших степей, это — рельеф степи, ее равнинность. Запас почвенной влаги и верхний уровень грунтовых вод не столько зависят от количества атмосферных осадков, свойственного данной местности, сколько от свойства поверхности почвы этой местности, характером которой определяется количество влаги, успевающей просочиться в почву, т. е. количество, так сказать, полезной воды атмосферных осадков».

Таким образом, прогрессивного уменьшения количества воды в реках европейской части Союза за исторический период не наблюдается; совершаются лишь колебания в расходе воды, зависящие от кратковременных колебаний климата в ту и другую сторону.

Такие же эпохи высокого и низкого стояния известны и для рек других стран, например, для Нила. Плиний (Hist. nat., XVII, 167) говорит, что если Нил поднимается до 12 локтей, то наступает голод, при 13 локтях — недород, при 14 — средний урожай, при 15 — хороший, при 16 — очень хороший. Как крайние цифры, он приводит 18 локтей, или 9,4 м, что случилось при императоре Клавдии, и 5 локтей, или 2,6 м, что наблюдалось в 48 году до нашей эры³. Из данных Борхардта, произведшего нивелировку древних и нынешних водомерных знаков у Каира, можно заключить, что количество воды в Ниле не уменьшилось⁴.

Проф. Мур (Moore) для рек Северной Америки не мог заметить никакого уменьшения их водоносности: равным образом по его данным в Северной Америке не наблюдается изменения климата⁵.

¹ Г. Н. Высоцкий. Бузулукский бор и его окрестности. Лесной журнал, 1909, № 10, стр. 19—20 (отт.).

² Н. Соколов. Гидрогеологические исследования в Херсонской губ. Труды Геол. ком., XIV, № 2, 1896, стр. 157.

³ L. Borchardt. Nilmesser und Nilstandsmarken. Abhandl. preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1906, p. 50.

⁴ Там же, p. 48.

⁵ W. Moore. Quart. Journ. R. Meteor. Society, 1910, April (цит. по Met. vest., 1911, стр. 251).

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ В ТЕЧЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЭПОХИ

Изменения в пределах горизонтального и вертикального распространения растительности, происходившие в течение последних 2—3 тысяч лет, также нередко приводятся в доказательство изменения климата в сторону усыхания.

Указывают иногда на то, что северные пределы некоторых разводимых растений в течение исторической эпохи отступили к югу и что это будто бы есть следствие «ухудшения» климата, т. е. понижения температуры, по крайней мере—понижения температуры лета¹. Так, в южной Баварии в средние века разводили много винограда и добывали вино, теперь же виноделие совершенно прекратилось. Между тем это последнее обстоятельство не стоит ни в какой связи с климатическими изменениями²: разведение виноградной лозы в Баварии поощрялось духовенством ввиду необходимости вина для религиозных целей; но вино, по причине неблагоприятных климатических условий, всегда было неважного качества,—«кислое, как уксус», согласно характеристике древних хроник. С течением времени, когда пути сообщения улучшились и увеличился подвоз доброкачественных вин из-за границы, разведение винограда и добыча из него скверного баварского вина стали делом невыгодным. Виноделие пришло в упадок, и, очевидно, причина тут лежит в области экономической, а не климатической. Хроники показывают, что в средние века сплошь и рядом стояла в Баварии погода, губительная для винограда: в 1281 году в Фрейзинге шел снег 17 июня, в 1387 году было такое холодное лето, что виноград не созрел, в 1392 году зима началась так рано, что виноград померз, и так далее.

Распространение финиковой пальмы (*Phoenix dactylifera*) теперь и в древности служит лучшим доказательством неизменности климата Греции. Северные пределы этой пальмы в древности, как и теперь, следующие: острова Хиос и Тенос, Каристос на Евбее и Авлида в Беотии (см. Страбон, XIV, 1, 35; Павзаний, IX, 19, 8). Во всех этих местах плоды финиковой пальмы не созревали и не шли в пищу; и теперь лишь в Мессении у Каламаты вызревают финики, но и то плохого качества³. Вообще можно сказать, что 2 000 лет тому назад, как и теперь, финики не созревали на Кипре, в южной Греции и южной Испании (Плиний, *Hist. nat.*, XIII, 26, 33; Теофраст, *Hist. plant.*, III, 3, 5; Павзаний, IX, 19, 8).

Указывая на то, что в Афинах финиковая пальма теперь, как и во времена Теофраста, не дает зрелых плодов, Эгинитис заключает, что средняя температура этого города (17,3°) не изменилась за две тысячи лет даже на один градус.

В Палестине финиковая пальма в настоящее время растет и приносит плоды на берегу моря, а также в низине около Мертвого моря; но на плоскогорье плоды не вызревают. Судя по данным Библии, распространение ее в древние времена было точно таким же. Иерихон в Библии называется городом пальм (Второзак., XXXIV, 3). Это показывает, что средняя температура воздуха за последние несколько тысяч лет не изменилась: в Палестине финиковая пальма находится близ северного предела своего

¹ Например, Sv. Arrhenius. *Lehrbuch der kosmischen Physik*. Leipzig, 1903, p. 567.

² J. Reindl. *Die ehemaligen Weinkulturen in Südbayern*. Jahresber. d. geograph. Gesell. München, XX (1901—1902), 1903, p. 87—120, p. 110.

³ C. Neumann und J. Partsch. *Physikalische Geographie von Griechenland*. Breslau, 1885, p. 441.

распространения; если бы климат стал холоднее, пальма не могла бы теперь приносить плодов в Иерихоне, где она и поныне растет; если бы климат сделался теплее, пальмы могли бы плодоносить и на плоскогорье (Gregory, p. 160, 161). Другим доказательством неизменности климата Палестины служит распространение винограда. В Палестине виноград ныне находит южный предел своего распространения. В библейские времена плато Палестины славилось своими виноградниками, но далее Палестины, к югу, разведение винограда не было распространено (Gregory, p. 161). Таким образом, климатическое положение Палестины у северной границы культуры пальмы и у южного предела разведения винограда не изменилось с библейских времен.

То же, что и о пальме, приходится повторить и об оливковом дереве¹. Северная граница культуры его простиралась, как и теперь, до Истрии и низменности у Горицы (Плиний, XV, 8; Страбон, V, 1, 8; Кассиодор, XII, 22), не захватывала долину реки По, по Роне поднималась несколько далее от устьев чем теперь (Плиний, XV, 1), пересекала середину Иберийского полуострова (Плиний, XV, 1, 17). Исследования Олька (Olck) показали, что в древней Италии время сбора оливок и винограда, а также других культурных растений совершенно совпадало с нынешним².

Ссылаясь на Цезаря и Тацита, нередко указывают, что Галлия и Германия были во времена римского владычества влажнее чем теперь: тогда было много лесов, болот, реки были многоводнее. Что касается лесов, то, конечно, значительные части как Франции, так и Германии обезлесены человеком (без всякого, впрочем, участия колебаний климата); однако было бы ошибочно думать, что названные страны около времени начала нашей эры были сплошь покрыты лесом. Археология и свидетельства римских писателей показывают³, что в эту эпоху в Германии одни места, и именно покрытые лесом, были совершенно не заселены, тогда как другие были заняты населением; эти последние места были, очевидно, безлесны; население здесь занималось земледелием, разводило домашних животных. Так как историки и археологи утверждают, что в доримское время германцы не производили, да и не могли производить, вырубку лесов, то остается признать, что места поселений были искони безлесны и первые засельники Средней Европы нашли свои будущие местопребывания не покрытыми лесом⁴. Это были главным образом лесовые площади северной Чехии, низменности по Майну и Неккару, плато швабского и франконского Альба, подножие Альп от Швейцарии до Австрии, верхнерейнская низменность, восточный край Гарца, низменности по Эльбе и Заале⁵. Здесь расстились подобные украинским степи, никогда не бывшие под лесом и служившие поэтому самым удобным местом для основания поселений.

¹ Границы современного распространения оливкового дерева в средиземноморских странах см. на карте при работе Th. Fischer. *Der Ölbaum. Seine geographische Verbreitung, seine wirtschaftliche und kulturhistorische Bedeutung*. Petermann's Mitteil., Ergänzungsheft, № 147, 1904. Северной границей служит приблизительно январская изотерма +4° (p. 25).

² Partsch. *Verhandl. VIII deutschen Geographentages*. Berlin, 1889, p. 119.—Olck. *N. Jahrb. f. Philologie*, vol. 135, 1887, p. 470.

³ R. Gradmann. *Das mitteleuropäische Landschaftsbild nach seiner geschichtlichen Entwicklung*. Geogr. Zeitschr., VII, 1901, p. 368.

⁴ Gradmann, l. c., p. 374. Обратное мнение A. Garnett (*The loess regions of Central Europe in prehistoric times*. Geogr. Journal, 1945, Sept.-Oct., p. 132—143) не представляется мне убедительным.

⁵ L. c., p. 276, также R. Gradmann. *Pflanzenleben der schwäbischen Alb*. 2 Aufl., 1900, I, p. 345 (не видел).

Как доказывает Градман, южная граница хвойных лесов в Баварии и Вюртемберге не изменилась со времени проложения здесь римлянами государственной границы (начало I века нашей эры)¹.

Тогда как исконное безлесие русских степей есть факт, давно установленный русскими учеными,—относительно степей западно-европейских, как видим, только недавно пришли к подобному же выводу.

Таким образом, из предыдущего ясно, что не может быть и речи о том, чтобы Германия в начале нашей эры была покрыта сплошь лесами и болотами, о чем заключали из преувеличенных описаний Тацита (*Germ.* 5): «*Terra etsi aliquanto specie differt, in universum tamen aut silvis horrida aut paludibus foeda*» и Плиния (16, 5): «*aliud e silvis miraculum: totam reliquam Germaniam replent adduntque frigori umbras*». В приведенных цитатах мы имеем не что иное, как преувеличение южан; такое же преувеличенное мнение в Западной Европе и по сей час господствует на счет суровости климата нашего отечества.

Подобно тому как для Германии, есть основание и для Франции предполагать исконное безлесие некоторых частей ее, каковы Коссы (Causse) в Севеннах, Шампань (Flahault).

Мнение, будто Швейцария в эпоху римлян была сплошь покрыта лесом, Шретер² называет мифом; даже Цезарь указывает, что геллеты занимались земледелием. На швейцарском плоскогорье (Mittelland) в римскую эпоху леса было почти столько же, сколько теперь.

Характер флоры, а также состав возделываемых растений северной Африки не изменились со времен римского владычества³.

В предыдущем мы касались вопроса о предполагаемых изменениях в пределах распространения древесных пород, какие могли произойти в течение исторического времени. Но и в настоящий момент одни лесные деревья вытесняют другие. По наблюдениям проф. Г. Ф. Морозова в средней России замечается в настоящее время вытеснение дуба елью. «Процесс смены дуба елью,—говорит Морозов,—представляется мне весьма и весьма длительным, непременно связанным с изменением климата; с постепенным приближением к климату, характеризующему таежную область, ель будет находить все лучшие и лучшие условия для своего произрастания»⁴.

¹ R. Gradmann. Die obergermanisch-rätische Limes und das fränkische Nadelholzgebiet. *Peterm. Mitt.*, 1899, p. 61.

² J. Früh и C. Schröter. Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. *Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie*, III, Bern, 1904, p. 391.

³ H. Leiter. *Abhandl. geogr. Gesell. Wien*, VIII, 1909, № 1, p. 101—113.

⁴ Г. Ф. Морозов. Несколько общих замечаний о смене пород. *Лесной журнал*, 1908, стр. 238. Однако, нужно отметить взгляд В. Н. Сукачева (Лесные формации и их взаимоотношения в Брянских лесах. Труды по опытно-лесному делу, IX, 1908, стр. 52, 59—60; Растительные сообщества. 3-е изд., Л., 1926, стр. 182, 199—200), который держится мнения, что смена древесных пород может происходить не только под влиянием изменений климата или вмешательства человека, но и в силу экологических особенностей, как следствие изменения целого ряда условий в грунте, почве и так далее.—Смену лиственных пород и сосны елью наблюдал во Владимирской обл. А. Флеров. (Флора Владимирской губ. Труды Общ. ест. Юр. ун-та, X, 1902, стр. 6, 9, 14, 18 et passim), но о причинах этого явления не высказывается. В Полесье сосна, дуб, береза, осина вытесняются елью (И. Пачоский. Развитие флоры юго-западной России. Херсон, 1910, стр. 149, 288). Под Москвой ель также распространяется за счет лиственных пород, надвигаясь с северо-востока Московской области, где располагаются сплошные ельники. (Н. С. Нестеров. Петровская лесная дача. Пятьдесят лет высшей сельскохозяйственной школы в Петровском-Разумовском, II, ч. 1, М., 1917, стр. 296—297).

О том, что в настоящее время в восточной Европе замечается надвигание леса на степь, мы говорим ниже (стр. 47—56).

Из предыдущих данных о растительности мы можем сделать следующие выводы:

- 1) северные пределы разведения винограда, финиковой пальмы, оливкового дерева за исторический период не изменились;
- 2) мнение, что Франция, Швейцария, Германия около времени начала нашей эры были сплошь покрыты лесами и болотами, неправильно;
- 3) утверждать, таким образом, об изменении климата средней Европы в сторону усыхания нет оснований;
- 4) напротив, из данных о надвигании на юге европейской территории Союза леса на степь и о смене дуба елью скорее есть основания думать, что климат становится несколько более влажным.

* ПОЧВЫ В ИХ ОТНОШЕНИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА ЮЖНОЙ РОССИИ И СИБИРИ

Нередко можно найти указания на то, что за историческую эпоху пустыни, степи и пески распространились за счет лесов и культурных земель¹. Что украинские и южно-русские степи были искони веков на значительной площади своего распространения безлесны, доказывать в настоящее время излишне: это общепризнанный факт². Но, может быть, не так общеизвестно и есть основания предполагать, что в течение исто-

¹ Приведем только один пример. В. Э. Ден в своей книге «Очерки по экономической географии. Ч. 1. Сельское хозяйство». СПб., 1908, стр. 143 (также: Лес и лесное хозяйство в России. Изв. СПб. политехн. инст., II, 1904, СПб., 1905, стр. 2—3 отг.), сообщает следующие невероятные сведения: «При Геродоте Крым и Новороссия представляли собою дикие страны, покрытые лесами и вместе с тем отличавшиеся сырým, туманным летом и продолжительной холодной зимой». Все, что пишет Геродот о Скифии, доказывает, что юг Украины был такой же безлесной страной, пригодной для земледелия и скотоводства, как и теперь.

² См. Л. Майков. Заметки по географии древней Руси. СПб., 1874, стр. 26 и сл. (из Журн. Мин. нар. просв., 1874).—В. Докучаев. Русский чернозем. СПб., 1883. Его же: Методы исследования вопроса: были ли леса в южной степной России. Труды Вольно-экон. общ., 1889, № 1.—Г. Танфильев. Пределы лесов на юге России. СПб. 1894, изд. Мин. земл.—Н. Окнишев и ч. Леса Бессарабии и их отношение к рельефу местности и почвам. Зап. Новоросс. общ. ест., XXXII, 1908, стр. 183—235. Нужно отметить, однако, что еще сравнительно недавно В. И. Талиев высказывал сомнение в этом (Были ли наши степи всегда безлесными? «Естественн. и география», М., 1902, май, стр. 33—46), но по этому поводу см. Н. А. Богословский. К вопросу о прошлом наших степей. «Почвоведение», 1902, стр. 249—260, и Г. Танфильев. «Естеств. и географ.», 1903, № 1. По этому же вопросу В. И. Талиев писал еще в Лесном журнале, 1905, стр. 1507—1530 («Вопрос о прошлом наших степей и почвоведение»), но доводы этого автора кажутся мне совершенно неубедительными; см. также Г. Выsockий. Лесной журн., 1905, стр. 1588—1590. Ср. также И. Пачоский. Основные черты развития флоры юго-западной России. Херсон, 1910 (прил. к XXXIV т. Зап. Новоросс. общ. ест.), стр. 255 и сл.—Л. С. Берг. Природа СССР, 2-е изд., М., 1938, стр. 93—95.—Е. М. Лавренко. Вопрос о причинах безлесия степей. «Академия наук В. Л. Комарову», М., 1939, стр. 486—515.

Равным образом, неубедительными мне представляются соображения П. Н. Крылова (Растительность в Барабинской степи и смежных с ней местах. Предв. отчет о ботан. исслед. Сиб. и Турк. 1912 г. СПб., 1913, стр. 41—84; К вопросу о колебаниях границы между лесной и степной областями. Труды Ботан. музея Академии наук, XIV, 1915, стр. 82—130: о прежнем существовании тайги на всей площади Барабинской степи и о наступании степи на лес). Ср. Драницын. Изв. Докуч. почв. ком., II, 1914, № 2, и Пачоский. Вест. русск. флоры, III, в. 1, 1917.

рического периода леса, на своей южной границе с черноземом, вторгались и вторгаются мало-помалу в степь. П. Костычев указывал на лиственные леса на черноземе в Башкирии (в южной части б. Уфимской губ.), возникшие в самое недавнее время (в XIX столетии)¹. Коржинский наблюдал в северной части б. Самарской губ. «все стадии превращения кустарниковой степи в лес,—стадии, которые убеждают нас, что, действительно, таким путем может происходить облесение степи»². Древесная порода, которая постепенно завоевывает степь, это—дуб. По мнению Коржинского, дубовые леса средней России, сплошной полосой отделяющие область степей от области еловых лесов, возникли по краю открытой степи первоначально в виде зарослей кустарникового дубняка, который, разрастаясь все более и более, образовал сначала молодые леса, а потом и сплошные лесные площади. «Из этого вытекает, что там, где мы находим в настоящее время дубовые леса или остатки их, прежде существовали степи, простиравшиеся, следовательно, некогда далее к северу, чем мы видим это теперь»³. Постепенное самооблесение степи казанского правобережья подтверждает и А. А. Хитрово⁴.

Г. И. Танфильев доказывает, что по всей северной окраине чернозема, начиная от Волыни на западе и вплоть до Татарской республики на востоке, некогда тянулись степи, залегающие, кроме того, островками по Оке (у Муроме), у Юрьева Владимирского и в других местах. Почти по всей этой полосе, промежуточной между областью хвойных деревьев и областью черноземно-степной, подпочвой служит типичный лёсс, а на лёссе, говорит Т., леса не растут. Следовательно, здесь должны были прежде быть степи; леса же (лиственные) появились на этих степях лишь тогда, когда верхний слой лёсса оказался выщелоченным. Танфильев дает карту доисторических степей России⁵. Впрочем, он полагает, что наши степи и теперь находятся в стадии самооблесения (I. с., стр. 80—81). В доказательство самооблесения северной границы степей Танфильев приводит то обстоятельство, что упомянутые дубовые леса занимают всегда места, изрезанные оврагами, которые могли образоваться только в местности безлесной; далее подпочвы в дубовых лесах и в соседних степях по большей части совершенно одинаковы; наконец, во многих местах наблюдались курганы по опушкам леса, насыпанные, очевидно, некогда в степи⁶.

В настоящее время есть основание думать, что доисторические степи простирались на север гораздо дальше, чем полагал Г. И. Танфильев. Аналоги лёсса, лёссовидные суглинки, обнаружены далеко на севере, в бассейнах рек Онеги, Северной Двины и Печоры, о чем подробно изложено ниже, в статье о лёссе (стр. 221—222)⁷.

¹ П. Костычев. Почвы черноземной области России. I. Образование чернозема. СПб., 1886, стр. 142.

² С. Коржинский. Северная граница черноземно-степной области восточной полосы Европейской России. II. Труды Каз. общ. ест., XXII, в. 6, 1891, стр. 52.

³ Там же, стр. 160—161.

⁴ А. Хитрово. Казанские нагорные дубравы. Лесной журн., 1907, стр. 500—501.

⁵ Г. И. Танфильев. Доисторические степи Европейской России. «Землеведение», 1896, кн. 2, стр. 73—92.—Относительно доисторических степей см. еще Г. И. Танфильев. К вопросу о доисторических степях во Владимирской губ. «Почвоведение», 1902, стр. 393—396, а также Труды Ботан. сада Юрьевск. ун-в., X, 1909, стр. 113—118.

⁶ «Землеведение», 1896, кн. 2, стр. 81.

⁷ Отметим здесь, что в свое время Н. И. Кузнецов, излагая в «Ежегоднике» Географ. о-ва труды Г. И. Танфильева, высказал, что, по его мнению, доисторические степи простирались на север вплоть до северной границы смешанных лесов (которая, как известно, идет приблизительно от Ленинграда к Казани).

В бассейне Сызрана, по наблюдениям С. Н. Никитина, естественная замена степей лесами, начавшаяся здесь задолго до появления оседлого земледельческого населения, продолжается по сие время. «Самая эта перемена растительности не могла не быть вызвана уже наступившими некоторыми переменами в климатических условиях, отразившимися в несколько большей влажности, и начавшимся, как следствие этого явления, энергичным выщелачиванием почвы. Наблюдения (например, Коржинского) в различных местностях востока Европейской России говорят, что этим благоприятным условиям далеко не наступил конец, что процесс выщелачивания черноземных почв идет и теперь вперед, лес наступает на степь; так что, если бы черноземные полевые участки сызранского края были заброшены, они обратились бы не в ковыльную и полынную степь, как в других менее выщелоченных, например, самарских степях, а были бы мало-помалу завоеваны лесом»¹.

А. Н. Карамзин наблюдал распространение лесов за счет степей в Бугурусланском районе: пионерами являются дубы, березы, реже осины; от времени до времени в этих группах степных кустарников, растущих по девственным черноземным степям, замечаются отдельные экземпляры сосны. В разное время около с. Полибино найдено семь штук пяти-шестилетних деревьев сосны (замечательно затем, что ближайшие семяночные сосны отсюда за 40—50 км)². В б. Ставропольском и Бугурусланском уездах Самарской губ. то же явление—надвигание леса на степь—отмечено Л. Прасоловым и П. Даденко³.

По данным Г. Н. Высоцкого, в недавнем прошлом произошло надвигание Бузулукского бора на черноземную степь, и весьма вероятно, что этот процесс продолжается и в настоящее время⁴.

Относительно Бессарабии Н. Окиншевич указывает, что здесь леса являются сравнительно новыми пришельцами на территории, бывшей некогда под степью. «Начавшееся с Карпатских гор завоевание Бессарабии лесной растительностью произошло вследствие усиленного выщелачивания почв под влиянием значительных изменений рельефа страны»⁵.

Здесь уместно будет привести взгляд румынского почвовед Мургочи (Murgoci) относительно современного характера климата Добруджи и румынской Молдавии—стран пограничных с Бессарабией. На основании изучения почв Румынии упомянутый автор пришел к выводу, что в послеледниковую эпоху эта страна пережила три климатических колебания:

1) непосредственно после эпохи образования лёсса, когда климат Румынии был сухим, с преобладанием северо-восточных ветров, и в общем походил на нынешний климат берегов Аральского моря, совершился переход к несколько более влажному климату, представлявшему нечто среднее между климатом нынешней Греции и Сирии. Почвы—сероземы, темноцветные щелочные почвы и красные почвы (типа красноземов и terra rossa);

¹ С. Н. Никитин. Бассейн Сызрана. СПб., 1898, стр. 140.

² А. Карамзин. Птицы Бугурусланского и сопредельных уездов. Материалы к познанию фауны и флоры Росс. имп., отд. зоол., V, Москва, 1901, стр. 226 (изд. Общ. исп. прир.).

³ Л. Прасолов и П. Даденко. Ставропольский уезд. Материалы для оценки земель Самарской губ. Ест.-ист. часть, II, 1906, стр. 208—209. Они же. Бугурусланский уезд. Там же, IV, 1909, стр. 205.

⁴ Г. Н. Высоцкий. Бузулукский бор и его окрестности. Лесной журнал, 1909, № 10, стр. 45 (отт.), фиг. 5.

⁵ Н. Окиншевич. Леса Бессарабии и их отношение к рельефу местности и почвам. Зап. Новоросс. общ. ест., XXXII, 1908, стр. 228.

2) затем наступил несколько более влажный период: почвы типа красноземов, шоколадные почвы и черноземы; в Бараганской степи (юго-восточная часть Б. Валахии) и в Добрудже—сероземы. Лето было сухое; климат в общем как теперь в Греции. Там, где ныне в Румынии леса, в описываемую эпоху были степи;

3) после этого климат стал более влажным. Это современная эпоха. «Климат современной эпохи (в Румынии) является самым влажным из всех, имевших место в течение верхне-третичной эпохи». О том, что климат Румынии становится влажнее, свидетельствуют, помимо почв, данные археологии (tumuli, остатки римской эпохи и прочее), а также характер растительности. Как и в южной России, леса в Добрудже и Бараганской степи направились на степь, в южной Добрудже—даже на сухую степь (полупустыню)¹; в Добрудже и восточной Болгарии эти изменения, как можно было установить, произошли уже после римского владычества. В южной Добрудже степные курганы и известный *Trophaeum Trajani* у Адамкисы оказываются теперь лежащими среди леса²; по Ольту леса из предгорий спустились на равнину и деградировали здесь чернозем³. В Молдавии нахождение леса на степь едва намечено.

Экспедициями Переселенческого управления собран значительный материал, показывающий, что и в Сибири произошло нахождение леса на степь, другими словами, перемещение к югу границы лесного, т. е. влажного, климата. Так, относительно б. Мариинского уезда Томской губ. В. Смирнов, основываясь на нахождении деградированных черноземов, а также краснобурых горизонтов в оподзоленных почвах, определенно высказывается в пользу того, что в доисторическую эпоху в исследованном им районе (в особенности же в системе верхней и средней Четы) на месте нынешних березово-осиновых лесов залегали степи⁴. Автор наблюдал в подзолистых почвах краснобурые горизонты, которые он рассматривает как результат взаимодействия солей железа с углесолями. Накопление углесолей возможно лишь в сухом климате, вымывание же солей железа—во влажном.

Подобного рода краснобурые горизонты К. Д. Глинка описывает для окрестностей Будапешта, Новой Александрии, для Орловской, Черниговской и Полтавской областей. Все почвы с краснобурыми горизонтами 1) в большей или меньшей мере оподзолены, 2) залегают на материнских породах, богатых углесолями (лёсс, лессовидные суглинки и прочие). Накопление углекислой извести, говорит Глинка, есть следствие прежних относительно сухих климатических условий, а сплошное заселение лесом совпадает с позднейшим изменением этих условий в сторону большей влажности; «поэтому-то развитие краснобурых горизонтов в Европейской и Азиатской России совпадает с бывшими степными областями и связывается с условиями деградации этих степей под влиянием наведения леса⁵. На севере СССР среди ответной лесной и подзолистой зоны краснобурые горизонты не отмечены.

¹ G. Murgoci. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 164—165.

² G. Murgoci. Die Bodenzonen Rumäniens. C. R. de la 4-ère conférence intern. agrogologique. Budapest, 1909, p. 320, 324.

³ Там же, p. 321.

⁴ В. П. Смирнов. Мариинский уезд в «Предварительном отчете об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1912 году»; СПб., 1913, изд. Пересел. упр., стр. 97, 101.

⁵ К. Д. Глинка. О так называемых «буроземах». «Почвоведение», 1911, № 1, стр. 33.

Но возвратимся к почвам Сибири. В Нарымском крае, под 59—56° с. ш., Д. А. Драницын обнаружил следующее строение почвы: под тайгой почва, как ей и полагается, подзолистая, но на глубине около четверти метра от поверхности залегает прослойка интенсивно черного цвета, толщиной 15—25 см. Этот прослойка есть последний остаток, или памятник, бывшей здесь когда-то степи, покрытой черноземовидными почвами; впоследствии на степь навалился лес, и началось превращение степной черноземной почвы в подзолистую¹.

В Красноярском районе по левому берегу Енисея Н. Благовещенский наблюдал нахождение леса на степь, причем и здесь между гумусовым горизонтом деградированного чернозема и лессовидным суглинком, вскипающим с кислотой, обнаружено присутствие «бурого горизонта, часто с красноватым оттенком»². Деградированные черноземы имеются и по реке Чулыму в Ачинском районе.

Передвигаясь далее на восток, мы в долине Лены на первой надлуговой террасе встречаем луговые степи, покрытые типчаком или овсяницей (*Festuca lenensis* из группы *F. ovina*), тонконогом (*Koeleria gracilis*), ковылем-волосатиком (*Stipa capillata* subsp.), богородичной травой (*Thymus serpyllum*), степной осокой (*Carex stenophylla* subsp.) и другою степною растительностью, населенные северным сусликом (*Citellus parryi jacutensis* или, по старой номенклатуре, *Spermophilus evermanni*); здесь развиты черноземовидные солончаковато-солонцеватые почвы, часто вскипающие с поверхности. Несомненно, это реликты ксерофитного периода, имевшие возможность сохраниться здесь, среди таежной природы, благодаря своеобразным климатическим условиям этого края: малому количеству осадков вообще, жаркому и сухому лету—в частности. Но и здесь, как указывает Доленко³, ныне лес наводится на степь: наблюдается деградация карбонатных солончаков под влиянием поселяющегося на них леса. — Степные явления по Лене исчезают недалеко за Хатырицким станком (выше устья Алдана), где вступает в свои права тайга.

В юго-западном Забайкалье значительная часть пространства между реками Селенгой и Хилком и вплоть до границы занята песчаными степями. Почвы этих степей представлены коричнево-бурыми супесями с вскипанием на глубине 0,7—2,0 м. На песках этих растут сосновые боры, ныне на большом протяжении вырубленные. Л. И. Прасолов⁴ предполагает, что некогда места боров были заняты степями; на песках существовали почвы типа каштановых, которые затем, с заселением их борами, подверглись деградации.

Относительно западного Предкавказья С. А. Яковлев⁵ сообщает следующее. В 8 км от перевала через Главный Кавказский хребет, на

¹ Д. Драницын. Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на севере Обь-Иртышского водораздела. Изв. Докуч. почв. комитета, II, 1914, № 2, стр. 40—41.

² Предв. отчет за 1912 г., стр. 109—110.

³ Г. И. Доленко. Долина р. Лены у Якутска. Предв. отчет за 1912 г., стр. 214—220. — Из позднейшей литературы см. А. А. Красюк и Г. Н. Огнев. Почвы Лено-Амгинского водораздела (Амгинский округ). Материалы Якут. комиссии Академии наук, вып. 6, 1927, стр. 26—27. — Р. И. Аболин. Геоботаническое и почвенное описание Лено-Вилюйской равнины. Труды Якут. комиссии Академии наук, X, 1929, стр. 96, 122. См. также Л. С. Берг. Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР, I, 1936, стр. 143—147, 175—176, 238, и изд. 1947 г.

⁴ Предв. отчет за 1912 г., стр. 203.

⁵ С. А. Яковлев. Грунты и почвы вдоль линии Армавир-Туапсинской ж. д. В изданиях Бюро по почвоведению и земледелию при Ученом комитете Главн. управ. землеустройства и земледелия. Сообщение XV, СПб., 1914.

100 м ниже перевала, близ разъезда Пшиш, найдено самое высокое место-нахождение серых лесных земель с уплотненным гумусовым слоем в горизонте С. До этих мест, следовательно, простирались доисторические кубанские степи, теперь сменившиеся лесами. Вероятно, говорит С. А. Яковлев, степи на западном Кавказском хребте поднимались и до высших точек перевалов, может быть даже переходили на южный склон, так как мощность ископаемого гумусового горизонта в вышеописанном месте равна до 100 см; следовательно, мощность давшего ему начала чернозема была не менее 160 см, а столь мощный чернозем не мог развиваться на границе черноземной области. Ныне кубанские степи расположены там, где выпадает не более 600 мм осадков; в описанном же районе доисторических степей ныне выпадает не менее 1 000 мм влаги, при каковых условиях трудно ожидать образования степей. Поэтому проще всего допустить изменение климата в сторону большей влажности.

В области Эльбруса сосна ныне вытесняется елью и пихтой, что указывает на увлажнение климата. По мнению Н. А. Буша, современному, сравнительно влажному, климату здесь предшествовал более сухой, когда горы, кроме самых верхних поясов, заселились горно-степной флорой; затем климат стал более влажным, и степная флора сменилась сосновыми лесами¹. Н. И. Кузнецов признает послеледниковую сухую эпоху также для б. Терской области².

Итак, на юге европейской части СССР, в Румынии и в Сибири лес надвигается на степь. Как бы ни смотреть на этот факт, какими бы причинами ни объяснять безлесие южнорусских степей, все же при таком положении вещей говорить об иссыхании степей не приходится. Ибо, если даже согласиться с мнениями П. Костычева³ и Коржинского⁴, что безлесие украинских и южнорусских степей зависит не от климатических причин, все же не может подлежать сомнению, что прогрессивное высыхание степей несовместимо с фактом распространения леса на область степей: по данным Эбермайера (1900), уже при выпадении осадков в количестве менее 400 мм в год существование леса не обеспечено; Г. Н. Высоцкий же считает даже это количество недостаточным для степной полосы южной России, где весьма значительна испаряемость⁵.

Каких-либо положительных данных, позволяющих допустить естественное остепнение или усыхание нашего юга, у нас нет—таково мнение и Г. И. Танфильева⁶.

Правда, Г. И. Танфильев держался взгляда, что безлесие степей зависит не от климатических причин, а от почвенных, именно от богатства почвы и подпочвы степей углекислыми и хлористыми солями⁷. Однако это

¹ Н. А. Буш. Предварит. отчет о втором путешествии по сев.-зап. Кавказу в 1897 году. Изв. Геогр. общ., XXXI, 1898, стр. 587—588.

² Н. И. Кузнецов. Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции. Зап. Академии наук, физ.-мат. отд. (8), XXIV, № 1, 1909, стр. 91—92. — О наступлении леса на степь на Кавказе см. также в статье С. А. Захарова. Борьба леса и степи на Кавказе. «Почвоведение», 1935, стр. 501—545 (литература).

³ Костычев. Почвы черноземной области России. I, СПб., 1886, стр. 106.

⁴ Коржинский. Северная граница черноземно-степной обл., 1891, стр. 172; также в Трудах Казан. общ. ест., ч. 1, XVIII, вып. 5, 1888, стр. 73—74. В статье «Степи» в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, полутом 62, 1901, 598—608, Коржинский склонен придавать климату большее значение.

⁵ Г. Высоцкий. Лесной журн., 1907, стр. 3.

⁶ Г. Танфильев. «Землеведение», 1896, кн. 2, стр. 90.

⁷ Г. Танфильев. Пределы лесов на юге России. СПб., 1894, стр. 28 и сл., Доисторические степи Европейской России. «Землеведение», 1896, кн. 2, стр. 90;

изобилие солей в почве степей свидетельствует о том, что здесь в течение значительного (геологически) периода времени в почве имели возможность накапливаться соли, т. е. растворимые продукты выветривания пород, развитых в степях¹, а также продукты иллювиальных процессов. Это, в свою очередь, показывает, что, в течение всего периода накопления солей в почве, не выпадало значительно более атмосферных осадков, чем теперь, иначе соли не накапливались бы, а были бы выщелочены из почвы и унесены, подобно тому как на севере, где выпадает значительно больше осадков, чем на юге, мы не замечаем избытка солей в почве. Справедливо замечает Богословский (I. с.), что накопление солей в почве степей имеет ту же причину, что и скопление солей в бессточных озерах, именно—сухость климата. В северной полосе России, где климат гораздо влажнее, соли, как правило, ни в почве, ни в озерах не накапливаются.

Таким образом, в конечном результате безлесие украинских и южнорусских степей обусловлено климатом: если климат изменится и станет выпадать больше осадков, почва степей освободится от солей, и степи покроются лесом. И обратно, раз на северной окраине степей наблюдается надвигание леса на степь, мы вправе сделать заключение, что климат изменяется в сторону большей влажности.

Далее, чернозем, как известно из опытов Костычева, в условиях хорошего увлажнения, подвергается деградации, превращаясь в суглинистые почвы. Такие деградированные черноземы обнаружены повсюду по северной границе чернозема, там, где лес распространяется на черноземную степь. Из факта присутствия чернозема в украинских и южнорусских степях мы можем вывести заключение, что за все время существования и образования чернозема атмосферные осадки в степях не могли быть много обильнее, чем теперь. Для образования чернозема нужен известный минимум влажности. К. Д. Глинка в своей почвенной классификации относит чернозем к классу почв «умеренного увлажнения» (деградированный же чернозем—к почвам «среднего увлажнения»)². Если бы прежде, скажем—в начале исторического периода, наши степи отличались сильной влажностью, то здесь не образовалось бы чернозема. Как правило, чернозем получает начало в таких областях, где испаряемость преобладает над осадками (но не в очень сильной степени). Поэтому можно сказать, что за все время образования чернозема в наших степях осадки никогда не преобладали над испаряемостью.

Замечательно, что деградированный чернозем был найден Н. А. Богословским³ и в пределах Германии, именно у Гильдесгейма в Ганновере.

Главн. черты растительности России, в Варминг. Распределение растений. СПб., 1903, стр. 354.—Г. Н. Высоцкий (Об условиях лесопроизрастания и лесоразведения в степях Европейской России. «Лесной журнал», 1907, № 1, стр. 1 и сл.) считает причиной отсутствия лесов в степях южной России: 1) недостаток атмосферной влаги, 2) связанную с этим невыщелоченность почв и грунтов.

¹ См. об этом также: Н. А. Богословский. О некоторых явлениях выветривания в области Русской равнины. Изв. Геол. ком., XVIII, 1899, стр. 244 и сл.

² К. Д. Глинка. Почвоведение. СПб., 1908, стр. 366, 427. См. также Г. Н. Высоцкий. Об агро-климатических основах классификации почв. «Почвоведение», 1906, стр. 10 (чернозем отнесен в области с «умеренно-сухим» и «умеренно-влажным» климатом).

³ Н. Богословский. Из наблюдений над почвами Западной Европы. «Почвоведение», 1902, стр. 358.

Если мы по всей границе степей и лесов видим надвигание леса на доисторическую степь и связанную с этим «деградацию» чернозема, то обратного явления—«реградации» или «проградации» серых лесных почв и превращения их в черноземные—мы, как правило, не наблюдаем¹. За исключением особых случаев, нигде не замечено, чтобы нижние горизонты коры выветривания сохраняли следы подзолообразовательных процессов, а верхние—приобрели признаки, свойственные степным грунтам, т. е. пропитались карбонатами, стали лессовидными и так далее. А несомненно, если бы замечалось прогрессивное высыхание, то это имело бы место. Времени за послеледниковый период для такого процесса было во всяком случае достаточно.

Солончаками, как известно, называются почвы, заключающие в поглощающем комплексе поглощенный натрий², но вместе с тем не содержащие заметных количеств растворимых солей. Солонец, говорит Гедройц, «это почва незасоленная»³. Такое определение звучит на первый взгляд парадоксально. Но история происхождения солонцов разъясняет это противоречие: как показано Гедройцем, солонец получается из солончака путем выщелачивания. Солончаками же называют почвы, засоленные легко растворимыми солями. «Всякий солонец был когда-то в той или другой степени засоленной почвой»—солончаком, засоленным растворимыми натриевыми солями. При дальнейшем выщелачивании солонца из него получается солодь. При осолодении солонца его поглощающий комплекс разрушается, натрий из поглощающего комплекса удаляется, вымываются алюминий и железо, а также гумус, и накапливается свободная кремнекислота⁴. Получается почва, до некоторой степени аналогичная подзолистой. Гедройц отмечает широкое распространение осолодевших почв в области днепровского ледникового языка, в черноземной полосе Западной Сибири, в Якутии. Этот ряд почв солончак—солонец—солодь может осуществляться в столь широком размере лишь в том случае, если идет изменение климата в сторону большей влажности⁵. Очевидно, образовавшиеся в ксеротермическое время солончаки к настоящему времени превратились в солонцы и солоди. Восточнее Якутска, на водоразделе между Леной и Амгой, солоди покрыты листовичным или березово-лиственничным лесом⁶. Таким образом, лес здесь надвинулся на область, некогда занятую солончаками.

В Хреновской степи Воронежской области на водораздельных пространствах растут кое-где рощицы деревьев, так называемые осиновые кусты. За последние сто с лишним лет количество этих «кустов» увеличилось. О том, что «кусты» за историческое время имеют тенденцию к расши-

¹ См. об этом Л. С. Берг. Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР, I, Л., 1936, стр. 359—363.—И. В. Турин. Почвы лесостепи. «Почвы СССР», I, 1939, стр. 209.—Е. М. Лавренко. Вопрос о причинах безлесия степей. «Академия наук В. Л. Комарову», М., 1939, стр. 502.

² Почвенным поглощающим комплексом называется та твердая часть почвы, которая поглощает из раствора катионы (натрий, кальций и так далее).

³ К. К. Гедройц. Солонцы. Л., 1928, стр. 24.

⁴ К. К. Гедройц. Осолождение почв. Л., 1926.

⁵ Ср. также Д. Г. Виленский. Засоленные почвы, их происхождение, состав и способы улучшения. М., 1924, Нов. деревня, гл. 6.—Эволюцию засоленных почв Д. Г. Виленский изображает так: 1) сухая послеледниковая эпоха—солончаковый период, 2) понижение грунтовых вод—солонцовый период, 3) более влажная, современная эпоха—деградация (осолождение) солонцов.

⁶ А. А. Красюк и Г. Н. Огнев. Почвы Лено-Амгинского водораздела. Материалы Якутск. ком., вып. 6, 1927, стр. 129.

рению, говорит то, что курганы зарастают осиною¹. Здесь, очевидно, идет завоевание степи лесом, свидетельствующее об изменении климата в сторону большей влажности.

В Минусинской территории тайга наступает на степные участки, о чем можно судить по тому, что древние курганы оказываются ныне покрытыми тайгой².

В Казахской степи Крашенинников отмечает наступание степи на полупустыню и полупустыни на пустыню. В Кустанайских степях, как указывает названный автор, при переходе из черноземной зоны в каштановую, растительный покров продолжает на некотором протяжении сохранять тот же характер разнотравных ковыльных степей, что и к северу от этой границы³. Еще южнее, в б. Тургайском уезде, на структурных сероземах (серобурых карбонатных суглинках), т. е. на самом севере пустыни, Спиридонов наблюдал заросли полыни *Artemisia pauciflora*, характерные в типичных условиях для полупустыни, именно для светлокаштановых почв; для структурных же сероземов характерна другая полынь—*Artemisia maritima terrae-albae*. Иначе говоря, растительность уже изменила свою физиономию применительно к более влажному режиму, а почва еще не успела поспеть за нею⁴.

Противником теории высыхания наших степей за историческое время был и Докучаев. Он указывал, что, по свидетельству летописцев, следовательно около 1 000 лет назад, граница между лесной и степной областями в общем проходила не южнее чем теперь (Майков). Более того, в Полтавской области (лежащей южнее границы сплошных лесов) наблюдалось, что эта граница осталась в общем неизменной с того времени, когда были насыпаны курганы, т. е. иногда еще с доисторического времени. Почти все курганы украинских степей, относящихся к эпохам от XIII столетия нашей эры вплоть до каменного века (неолит), насыпаны из чернозема. Древность чернозема Докучаев определяет минимумом в 4—7 тысяч лет; следовательно, в течение всего этого промежутка времени

¹ Т. И. Попов. Происхождение и развитие осиновых кустов в пределах Воронежской губ. Труды Докуч. почв. ком., II, 1914, стр. 155—156.

² А. Г. Вологдин. Тубинско-сисимский район. Труды геол.-разв. объединения, № 198, 1932, стр. 134.

³ М. Ф. Короткий. Кустанайские степи. Предварит. отчет о ботан. исследований в Сибири и Туркестане в 1913 г., II, 1914, стр. 260.

⁴ В районе ст. Джурун Ташкентской железной дороги в Актюбинской области А. Н. Формозов (к вопросу о вымирании некоторых степных грызунов в позднечетвертичное и историческое время. Зоол. журн., 1938, вып. 2, стр. 260—270) наблюдал много костей желтой пеструшки (*Lagurus luteus*) в полуископаемом состоянии. В настоящее время эта пеструшка в пределах СССР вымерла, но обыкновенна в Центральной Азии. Однако, в первой половине XIX века желтая пеструшка встречалась, начиная от низовьев р. Урала до Приаралья, Прибалхашья и Устюрта. В начале 70-х годов этой пеструшки в Казахстане уже не было. А. Н. Формозов держится мнения, что здесь мы наблюдаем смену пустынной фауны—в результате современного увлажнения климата. Я не склонен вымирание пеструшки объяснять климатическими причинами. Такие изменения фауны происходят в более значительные промежутки времени. Что касается пеструшек, то мы знаем, что у степной пеструшки (*Lagurus lagurus*), как и у леммингов, весьма резко выражены колебания в численности особей. Так, в районе ст. Джурун степная пеструшка еще недавно господствовала среди местных грызунов: на один гектар приходилось несколько тысяч нор *L. lagurus*; многие виды степных хищников питались в 1933 году преимущественно этим грызуном. Но к весне 1934 года степная пеструшка почти сплошь вымерла здесь (Формозов, стр. 262).

Но иное надо сказать о нахождении остатков желтой пеструшки (*L. luteus*) в Крыму в четвертичных отложениях, относимых к ориньяку (А. А. Бялыницкий-Бируля); вместе с этим видом в Крыму найдены остатки малого тушканчика (*Allactaga elater*), свойственного пустыням и полупустыням.

климат степей должен был оставаться приблизительно неизменным¹.

Правда, в степях и в лесостепе замечается возрастающее иссушение почвы, но оно обязано не изменению климата, а развитию более совершенного дренажа, главным образом вследствие вырубки лесов в лесостепной зоне и распахивки чернозема².

А. Измаильский³, работавший по вопросу о влажности почвы в б. Херсонской губ., приходит к такому же выводу: иссушение украинской степи обязано не изменению климата в сторону большей сухости, а распахивке степи; девственные степи более энергично вбирают в себя дождевую и снеговую воду, менее пропускают и менее испаряют ее. Когда же степь распахана и степная флора уничтожена, то своеобразная зернистая структура почвы исчезает, вместе с тем испаряемость почвы повышается, а влагоемкость понижается. Результат—тот же, что и по выручке леса: воды с распаханной степи сбегает быстро. Поэтому «нет основания прибегать к вопросу об изменении климата в крае, чтобы объяснить обеднение последнего грунтовыми водами и часто повторяющиеся неурожаи от засухи, так как изменение свойства поверхности степей, благодаря их распахивке и уплотнению вследствие пастьбы, могло коренным образом изменить отношение почвы к влаге. Вследствие такого изменения то количество годичной атмосферной влаги, которое при прежних условиях оказывалось достаточным не только на покрытие годичного расхода, но и давало возможность образоваться некоторому запасу влаги в почве, в настоящее время едва-едва покрывает годичный расход на испарение»⁴.

В предыдущем мы показали, что в течение значительного промежуточного времени, потребовавшегося на образование современных почв европейской части СССР, климат не мог быть хотя бы в сколько-нибудь заметной степени влажнее чем теперь.

С другой стороны, факт надвигания леса на степь свидетельствует, что в настоящее время идет постепенное выщелачивание грунтов и почв юга европейской части Союза, а это обстоятельство требует для здешних мест принятия изменения климата в сторону большей влажности.

ПУСТЫНИ

Испарение в пустынях. Весьма распространено мнение, что так как в Средней Азии «испарение» преобладает над осадками, то это обстоятельство влечет за собой «весьма быстрое общее осушение страны, т. е. уничтожение бывших озер, обмеление рек и уменьшение Аральского моря»⁵. Взгляд этот проник даже в сочинения практического характера. Так, Н. Дингельштедт в специальном сочинении об орошении в Туркестане пишет (1893) относительно этого края:

«Ныне страна эта представляет печальное зрелище медленного умирания. Она постепенно, хотя и медленно, усыхает, ее водные богатства сокращаются, потому что испарение гораздо более атмосферных осадков; а иссушающие ветры, пыльная атмосфера, высокая температура и летучие пески, надвигающиеся на культурные оазисы, грозят обратить в пустыню

¹ В. Докучаев. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892, стр. 99—102. См. также: Русский чернозем. СПб., 1883, стр. 310.

² В. Докучаев. Наши степи, стр. 103 и сл.

³ А. Измаильский. Влажность почвы. Сельское хоз. и лесоводство. СХЛ, 1882 (июнь), стр. 140 и сл.

⁴ Там же, стр. 156.

⁵ И. В. Мушкетов. Туркестан. I. СПб., 1886, стр. 711.

и те уже немногие культурные места, которые еще уцелели от прежних времен»¹.

Совершенно неправильно утверждение, что Туркестан должен усыхать, ибо испарение здесь больше атмосферных осадков. Напротив, водное хозяйство Туркестана урегулировано природой так, что постоянным хроническим дефицитам воды здесь нет места и убыль воды в одном пункте пополняется излишками в другом. Поясним примером. Аму-дарья у Нукуса (в дельте) с октября 1874 года по сентябрь 1875 года испарила 1 279 мм воды, а осадков за это же время выпало в Нукусе всего 86 мм. Но вода в Аму-дарью попадает из ледников и снеговых полей Тянь-шаня и Памира, где на высотах выпадает не менее 1 000 мм в год. В закаспийских Каракумах выпадает в среднем от 100 до 200 мм в год, но здесь в тех местах, где нет растительности, и испаряться с поверхности почвы нечему, а из тех горизонтов, где сохраняется грунтовая влага, испарение, очевидно, ничтожно. Там же, где есть растительность, она хотя и испаряет некоторое количество влаги, но, с другой стороны: 1) защищает почву от прогрева и иссушения, 2) дает более удобства для образования почвенной воды путем сгущения в порах почвы водяных паров. Таким образом, хотя на равнинах Туркестана испаряемость, т. е. способность испарять, превышает осадки, но фактически прогрессивного иссыхания страны отсюда вовсе не следует.

В приаральских Каракумах (у северо-восточных берегов Арала), представляющих собою закрепленные кустарниковой растительностью пески, выпадает осадков столько же, сколько и в закаспийских Каракумах,—именно около 100 мм, испаряемость же здесь не менее 1 000 мм в год. По теории высыхания непонятно, как это здесь может существовать растительность. Однако на самом деле здесь растительность не только существует, но и подпочвенная влага, в чем я мог неоднократно убедиться лично, повсюду в песках очень близка, и везде много колодцев², причем замечательно, что дороги и колодцы сохранились теперь на тех же местах, где это обозначено на картах и в описаниях, сделанных 150—100 лет назад.

Мне неоднократно приходилось слышать выражение недоумения, откуда берется в песках вода при столь ничтожном количестве осадков и при столь значительном испарении. Между тем запасы влаги пополняются следующим образом: осенние дожди всасываются песком почти целиком, испарение тогда ничтожно; зимний снег,стаяя постепенно весной, также проникает большей частью в виде воды в почву; летом осадков или не выпадает, или бывают редкие лижди; в общем начинается эпоха испарения. Но при этом нужно иметь в виду, что

1) влагоемкость песка мала, почему влага, не стекая по поверхности, стремится опуститься в низшие горизонты, где испарение ничтожно; далее летом, с повышением температуры песка, влагоемкость его еще более уменьшается³. Благодаря всему этому, поверхностные

¹ Н. Дингельштедт. Опыт изучения ирригации Туркестанского края. Сыр-дарьинская область. Часть I, СПб., 1893, стр. 42—43.

² То же отмечает В. А. Дубянский для песков Сам на Устюрте: здесь колодцы имеют глубину в 1,5—3 м, тогда как в окружающей пески глинистой пустыне они достигают 20—30 м глубины (В. Дубянский. Растительность русских песчаных пустынь. Прил. к Вальтер. Законы образования пустынь. СПб., 1911, стр. 182). Впрочем, это справедливо и для всех пустынь. Ср. что пишет о песках (erg) Сахары Gautier. Sahara Algérien, Paris, 1908, p. 44.

³ П. Коссович. Отношение почв в воде. Журн. опытной агрономии, V, 1904, стр. 226.

горизонты песка, в отличие от глинистого субстрата, не успевают промачиваться влагой и потому не теряют ее на испарение;

2) капиллярное поднятие воды в песке происходит, с большой, правда, скоростью, но на ничтожную высоту¹ (как известно, вода поднимается по капиллярам почвы тем выше, чем тоньше частицы почвы; при величине зерен около 2,5 мм капиллярное поднятие воды совершенно прекращается)²;

3) вследствие малой влагоемкости и малой капиллярности песка испарение с поверхности песка вообще мало. Когда верхний слой песка высохнет, тогда испарение сократится до минимума: данные Вольни (Wollny, 1880) и Езера (Eser, 1884) показывают, что испарение почв тем сильнее уменьшается, чем на большую глубину высыхает поверхностный слой почвы. Езер говорит: «чем быстрее высыхает поверхностный слой почвы, тем надежнее сохраняется запас влаги в более глубоких слоях почвы»³. Затем, под влиянием сильных дождей, на поверхности песка образуется особая корка, еще более уменьшающая испарение.

Наконец, по опытам Бекингама⁴, почва в условиях сухого климата первоначально теряет испарением больше воды, чем почва в условиях влажного климата, но затем наступает обратное: почва в условиях сухого климата начинает терять все меньше и меньше; таким образом, в почвах в условиях сухого климата автоматически, благодаря сильному высыханию поверхностного слоя и образованию поверхностной корки, капиллярное поднятие воды снизу почти прекращается.

Все это объясняет то, на первый взгляд странное, явление, что в песках, особенно бугристых, прекрасно сохраняется грунтовая влага; поэтому пески, главным образом бугристые, как бы созданы самой природой для поселения кустарниковой и полудревесной растительности, длинные корни которой способны проникать до грунтовой воды⁵. Я уже имел случай указывать⁶, что в песках острова Меньшикова на Аральском море прекрасно вызревают дыни, арбузы и пр. без всякого полива, питаются исключительно грунтовой влагой.

Лёссовые площади Туркестана находятся в менее благоприятных условиях для сохранения влаги. Зимой на них накапливается снег, и весной они покрываются растительностью; к началу лета травяной ковер выгорает, степь становится совершенно сухой и безводной, и испаряться здесь совершенно нечему. Так что в Голодной степи (между Джизаком и Сырдарьей), где выпадает в год 200—300 мм осадков, все эти 200—300 мм и испарятся, но не более; если в более влажный год выпадает больше

¹ П. Коссович, там же, стр. 346.

² К. Глинка. «Почвоведение», СПб., 1908, стр. 271.

³ См. Т. Локот. Влажность почвы в связи с культурными и климатическими условиями. Киев, 1904, отд. изд. Киевск. ун-в., 1903, стр. 173, 176.—Срав. также J. W. Leather. The loss of water from soil during dry weather. Memoirs Departm. of Agriculture in India, Chem. ser., I, № 6, 1908, p. 106.

⁴ Журн. опыты. агроном., XI, 1910, стр. 376.

⁵ Бугристые—потому, что здесь, вследствие холмистости рельефа, соли очень легко могут вымываться из песка и скопляться в углублениях между буграми. Кроме того, как замечает Г. Н. Висоцкий (Лесн. журн., 1905, стр. 1433), в бугристых песках затруднен поверхностный сток воды и снос снегов, что благоприятствует накоплению грунтовых вод. Совершенно к тем же выводам относительно песчаных почв пришел Г. Н. Висоцкий на основании своих наблюдений в Хреновском бору Воронежской области и в Астраханских Рынь-песках (см. Г. Н. Висоцкий. О взаимных отношениях между лесной растительностью и влагой преимущественно в южнорусских степях. Труды опытных лесничеств, II, 1904, стр. 358—363; см. также стр. 257—266).

⁶ Л. Берг. Аральское море. СПб., 1908, стр. 181.

осадков, то и испарится больше; в сухие годы—будет обратное. Словом, прогрессивного усыхания здесь нет. Такой тип испарения возможен только в сухих странах, где верхние горизонты почвы иссушаются совершенно¹.

Песчаные пустыни. Неоднократно приходилось слышать и читать, что наблюдающееся в современную эпоху прогрессивное распространение песков в южной России, в Туркестане и в Центральной Азии свидетельствует об изменении климата в сторону большей сухости, о надвигании пустынного климата на черноземную и лёссовую области и т. п.

Между тем подобные мнения совершенно ошибочны. Везде, где происходит надвигание песков на культурные земли, можно с уверенностью сказать, что это—результат деятельности человека, нарушившего естественный растительный покров песчаных образований и тем приведшего пески в движение.

Алешковские пески, занимающие в низовьях Днепра (против Херсона) площадь около 1 770 кв. км, оказываются в настоящее время в значительной части сыпучими. Между тем П. Костычев, занимавшийся исследованием их в 80-х годах прошлого столетия, говорит, что еще недавно, не более ста лет тому назад, алешковские пески были сплошь закреплены растительностью, местами древесной. По всем вероятностям, лесистая Гилея Геродота, лежавшая в низовьях Днепра, находилась именно здесь. Мнение, «будто появление песков произошло от изменения климатических условий местности», Костычев считает совершенно голословным («доказательств на это нет ни малейших»)²; «образование сыпучих песков и препятствие к их закреплению обуславливается одною и тою же и притом только одною причиною: усиленною пастбю скота»³.

Относительно песков Калмыцкой степи И. В. Мушкетов неоднократно указывает, что они за последнее время (посещены в 1884—1885 годах) приходят все более и более в движение, чему, однако, виною исключительно деятельность человека. Так, «еще 40 лет назад» на месте современных летучих песков у Владимировки была «роскошная степная растительность, уничтоженная постоянной распахкой одних и тех же полей и пастбой больших стад скота»⁴. Сдругой стороны, Мушкетов утверждает, что, «несмотря на неблагоприятные климатические условия», калмыцкие пески, будучи предоставлены сами себе, зарастают даже без помощи человека⁵.

Пески центральной части Калмыцкой степи (Харахусовский улус) были посещены в 1898 году И. Деминским. До этого, в 1895 году, был сильный падеж скота у местных калмыков, и мы видим, что после этого пески начинают зарастать; так заросли кияком (*Elymus giganteus*) пески Акым, ранее бывшие сыпучими, и многие другие (Норварши, Ар-тоста). По описанию Деминского, кияк, разрастаясь, образует для песка преграду, которая постепенно превращается в бугор, «кочугур»; путем образования «кочугурника» движущиеся пески самостоятельно зарастают и закрепля-

¹ Впрочем, грунтовые воды в Голодной степи стоят сравнительно очень высоко: предельная глубина их всего 9 м (см. Н. А. Димо. Отчет по почвенным исследованиям в Голодной степи. СПб., 1910, изд. Гл. управ. земл., стр. 35).

² П. Костычев. Алешковские пески. Ежегодник СПб. Лесного инст., II, 1888, стр. 205.

³ Там же.

⁴ И. Мушкетов. Геологические исследования в Калмыцкой степи в 1884—1885 годах. Труды Геолог. ком., XIV, № 1, 1895, стр. 46; также стр. 45—55.

⁵ Там же, стр. 47.

ются¹. В Харахусовских песках повсюду находят массу черепков грубой глиняной посуды, приготовленной без посредства гончарных инструментов, а также медные и железные наконечники стрел². Эти данные, как справедливо говорит Деминский³, свидетельствуют о том, что пески Калмыцкой степи были закреплены уже очень давно. Все это доказывает, что рассматриваемые пески образовались в доисторический период, а ныне находятся в состоянии естественного зарастания.

Гайдуцкие степи, расположенные вдоль течения реки Гайдук, в 1896—1898 годах были на значительной площади залиты разливом реки Кумы и рукава ее реки Гайдука, и пески, прежде голые и безводные, покрылись растительностью⁴. Пески Кеке-усун, расположенные на берегу озера Кеке-усун, верстах в 7 к западу от Можарского соляного озера, представляли собою до 1898 года песчаную пустыню; в 1898 году, вследствие разлива Волжского Маныча, озеро Кеке-усун переполнилось водой, низменные берега его затопились, после чего пески в один год заросли⁵.

Относительно Нарынских песков (Рынь-пески) Западно-Казахстанской области имеются данные, что они находятся в состоянии естественного самозарастания и даже самооблесения, — там, конечно, где заросли охраняются от порубки и погравы⁶. Также и пески по линии Астраханской ж. д. в б. Енотаевском уезде (между 340 и 560 км) не представляют препятствий к самозарастанию⁷.

Посетив целый ряд песчаных пустынь Средней Азии (Каракумы закаспийские, Кызылкумы, Каракумы приаральские, пески Б. и М. Барсуки, пески приилийские), я пришел к выводу, что современный климат Средней Азии не благоприятствует образованию значительных скоплений сыпучих песков.

Приаральские Каракумы всюду закреплены; там же, где наблюдаются площади сыпучих песков, таковые образовались исключительно вследствие уничтожения песчаной растительности, — по большей части по близости почтовых станций (Алты-кудук, Николаевская и другие)⁸. Дороги и колодцы, нанесенные на карты XVIII и начала XIX столетий, сохранились в Каракумах до настоящего времени без изменения. Относительно зарослей саксаула в Каракумах, а также в Барсуках и на Устюрте, Борщов, посетивший эти саксаульники в 1859—1860 годах, сообщает, что они, в противоположность зарослям по Джаны-дарье (в Кызылкумах), молодые, сравнительно нового происхождения, и прибавляет: «более чем вероятно, что в настоящую минуту саксаул находится в периоде постоянного распространения на запад и на север»⁹.

¹ И. Деминский. Отчет по осмотру сыпучих песков Харахусовского улуса. Памятная книжка Астраханской губ., 1899, прилож., стр. 9—10, 20—23.

² В Карангайской злаковой и полынно-злаковой степи, расположенной к югу от реки Кумы, Л. З. Захаров (1928) тоже находил наконечники стрел, горшки, бронзовые изделия.

³ И. Деминский, стр. 25—26.

⁴ И. Деминский. Сыпучие пески Эркетеуевского улуса. Памятная книжка Астраханской губ., 1902, прил., стр. 19—20. В 1898 году вода реки Кумы стала изливаться в Каспийское море.

⁵ И. Деминский, стр. 24—25.

⁶ В. Палецкий. Пески внутренней Киргизской орды. Лесн. журн., 1894, стр. 84—87. — В. Савич. Очерк флоры зап. части завожских песков Астраханского края. СПб., 1910, изд. Лесн. деп., стр. 32 и др. Также: Работы по укреплению песков Астраханской губ., СПб., 1910 (изд. Лесн. деп.), стр. 12, 40—41.

⁷ А. М. Фролов. Сооружение Астраханской линии в летучих барханных песках. СПб., 1909, стр. 44.

⁸ Срав. рис. у Мушкетова, Туркестан, I, 1886, стр. 337.

⁹ И. Борщов. Материалы для ботан. географии Арало-Каспийского края. Зап. Академии наук, VII, прил. № 1, 1865, стр. 153—154.

Также автор брошюры «Пески Кара-кум по отношению к среднеазиатской ж. д.» (Оренбург, 1878, стр. 12—13) доказывает, что приаральские Каракумы закреплены растительностью и неподвижны: соленые грязи Букалбай-сор, показанные на карте 1843 года, остаются незанесенными; копани Мансур в песках Джиньшике-кум, вырытые более ста лет назад, остаются в неизменном виде; верблюжьи тропы, проложенные частью по окраине песков Нар-кызылкум, сохранились в том же виде, как были в середине XIX столетия. Равным образом, неподвижны пески Айрык-кызыл-кум и Иргиз-кум, прилегающие к Каракумам с севера.

«Пройдя более 1 500 верст по Кызылкумам (в 1873 и 1874 годах), — пишет М. Богданов, — я видел только один небольшой уголок настоящих переносных песков, лишенных всякой растительности, это — урочище у колодцев Адам-крылан. Самая слабая и редкая растительность уже заметно укрепляет пески и охраняет их от действия ветра. Интересно еще то, что караванные тропы, извивающиеся иногда глубокой ложбиной между бараханами, почти нигде не заносятся песком»¹. Для Кызылкумов можно привести пример того, как человек разумным вмешательством останавливает движение песков: в 1874 году М. Богданов между Александровском (ныне Турткуль) и Шейх-абас-вали встретил на протяжении 37 км голые пески, а теперь на этом месте развита земледельческая культура².

Относительно песков Баркии (Актюбинской области, по реке Уилу) сообщается, что они богаты пресной грунтовой водой, поросли древесной растительностью и, если приходят в движение, то исключительно от вырубки деревьев; будучи предоставлены сами себе, т. е. охраняемые от порубки, пески эти скоро зарастают³.

Пески Большие Барсуки, будучи предоставлены самим себе, зарастают, превращаясь в степь, покрытую сначала типчаком *Festuca Beckeri*, а затем эркеком — злаком *Agropyrum sibiricum*⁴.

Пески Ферганы, как признал Миддендорф⁵, а за ним и И. В. Мушкетов, будучи предоставлены сами себе, пришли бы в устойчивое состояние; «роль человека и домашних животных в деле увеличения песков настолько очевидна, что едва ли может возбудить сомнение, — говорит Мушкетов⁶.

Пески туркменских Каракумов испытали весьма сильное воздействие человека. Выпас скота (главным образом, овец и верблюдов), распашка песков по окраинам оазисов, вырубка саксауловых лесов и других закрепителей песков — все это привело, на громадных площадях, пески в движение и придало им характер голых, сыпучих барханов. Колодцы в песках Каракумов обычно окружены барханами. Между тем в основе своей каракумские пески, за очень малыми исключениями, были закреплены. В. А. Обручев неоднократно отмечает, что здешние пески приходят в движение вследствие деятельности человека⁷. На афганской границе,

¹ М. Н. Богданов. Очерки Хивинского оазиса и пустыни Кызылкум, Ташкент, 1882, стр. 21.

² О. Шкапский. Земледелие и землевладение в Шураханском участке Аму-дарьинского отдела. Сбор. материалов для стат. Сыр-дарьинск. обл., VII, Ташкент, 1900, стр. 206; ср. также стр. 12—13.

³ Штромберг. Лесн. журн., 1894, стр. 133—135.

⁴ Г. С. Сабардина. Зарастание северной части песков Большие Барсуки. Труды Ленингр. общ. ест., т. 68, вып. 3, 1940, стр. 204—220.

⁵ Миддендорф. Очерки Ферганской долины, 1882, стр. 45, 57 и сл.

⁶ Мушкетов. Туркестан, I, 1886, стр. 521—522.

⁷ В. Обручев. Закаспийская низменность. Зап. Геогр. общ. по общ. геогр., XX, № 3, 1890, стр. 108, 111, 130, 133, 141—144.

между Кушкой и Мургабом, Коншин описал уплотненные, совершенно неподвижные барханы¹, образовавшиеся не в настоящего эпоху. Это, очевидно, «ископаемые» барханы, аналогичные тем, которые известны для Полесья, Черниговской области, Галиции, а также для Судана. Достигая 40—120 м высоты и сохраняя иногда изящную форму полумесяца, эти барханы заросли полынью и колючкой (Alhagi).

По свидетельству В. А. Дубянского², в 20-х годах настоящего столетия процесс самозарастания каракумских песков начал совершаться быстро, в связи с происходившим тогда временным сокращением местного овцеводства. Злаковый покров, сильно разросшись на грядовых песках, вызвал такое их уплотнение, что песчаные кустарники стали отмирать. Первичные, не закрепленные барханами пески, не обязанные деятельностью человека, развиты в Каракумах только на берегу Аму-дарьи, где они образовались от развевания аллювиальных песчано-глинистых амударьинских осадков. Вся остальная площадь каракумских песков находится—в естественном состоянии—в той или иной стадии самозарастания.

Муюн-кумы, лежащие между горами Каратау и р. Чу, тоже описываются как закрепленные³. Таков же характер песков, расположенных между низовьями рек Или и Каратала. Равным образом по большей части закреплены пески по притоку р. Или—Каскелену и по Или у Илийска.

Барханы Сахары представляли движущимися с востока на запад, от Нила к Атлантическому океану. Но теперь мы знаем, что сахарские барханы есть образования стойкие; на памяти старых проводников эрг (пески) Сахары не изменили своей конфигурации⁴.

О пустынях центральной Азии, к коим можно приложить все сказанное о Туркестане, см. в следующем разделе.

Если все изложенное выше принять во внимание, то мы приходим к выводу, что сыпучие пески Украины и Астраханской области, а также советской Средней Азии, в настоящее время всюду там, где человек не уничтожил растительности, закреплены и неподвижны⁵. Даже будучи обнажены от растительности, пески в настоящий климатический период повсюду способны к самозарастанию, иногда к самооблесению, опять-таки если человек не будет мешать этому. Является теперь вопрос: когда же образовались песчаные скопления Туркестана, раз в настоящее время они закреплены и передвигаться почти не могут? Очевидно, не в современную эпоху, а в одну из сухих эпох, бывших на протяжении между началом отступления последнего великого ледникового покрова и началом исторической эпохи (см. гл. III).

Таким образом, ближайшее изучение современных песков засушливых областей юга СССР приводит нас к результату, что наличие песков не может служить аргументом в пользу высыхания стран, где пески сейчас находятся. Напротив того, мы видим, что современная эпоха характеризуется тенденцией к зарастанию песков. А это не вяжется с усыханием.

¹ А. М. Ко н ш и н. Разъяснение вопроса о древнем течении Аму-дарьи. Зап. Геогр. общ. по общ. геогр., XXXIII, № 1, 1897, стр. 190, 239—241, табл. I—II.

² В. А. Д у б я н с к и й. Песчаная пустыня юго-восточные Каракумы. Труды по прикладной ботанике и селекции, XIX, № 4, 1928.

³ Ю. Ш м и д т. Зап. Зап.-сиб. отд. Геогр. общ., XVII, вып. 2, 1894, стр. 90 и др. (у р. Чу). Также С. С. Н е у с т р о в. Почвенно-географический очерк Чимкентского уезда, СПб., 1910, изд. Пересел. упр., стр. 161 (у Сузакана).

⁴ E. F. G a u t i e r. Sahara Algérien, Paris, 1908, p. 41.

⁵ На это я указывал еще в 1905 году в статье «Высыхает ли Средняя Азия?» Изв. Геогр. общ., 1905, стр. 512.

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА НЕКОТОРЫХ СТРАН В ТЕЧЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЭПОХИ

В предыдущем мы рассмотрели вопрос о влиянии предполагаемого усыхания на озера, реки, почвы и растительность. Теперь нам предстоит выяснить на конкретных примерах для некоторых отдельных стран, подверглись ли они в течение исторического периода высыханию или увлажнению.

Мы начнем с Центральной Азии. В целом ряде статей¹, а особенно в книге «The pulse of Asia. A journey in Central Asia illustrating the geographic basis of history» (1907) Гёнтингтон (E. Huntington) стремился доказать мысль, что Средняя Азия и даже весь земной шар в исторические времена находились и находятся и сейчас в состоянии непрерывного усыхания. Вследствие этой причины естественные условия существования человека в Центральной Азии становились все более и более неблагоприятными, пастбища высыхали, реки переставали давать достаточно влаги для орошения полей, источники иссякали, и, чтобы найти выход из своего положения, обитатели Центральной Азии должны были переселяться на запад, в более влажные страны. Так находят свое объяснение бесконечные набеги кочевников на Европу в течение древних и средних веков.

Аргументы Гёнтингтона в значительной степени повторяются в статье Г. Е. Грумм-Гржимайло (1933), который тоже приходит к выводу о росте в Центральной Азии, за историческое время, пустынь за счет пастбищных и культурных земель.

Рассмотрим, какие доводы приводятся Гёнтингтоном в доказательство усыхания Центральной Азии. Они таковы:

1) в пустынях, по рекам Керие, Ние, Тариму и другим рассеяны развалины городов в таких местах, где сейчас нет влаги и куда невозможно было бы провести воду из рек;

2) наблюдается постепенное исчезновение растительности на краю оазисов и в песках;

3) предания местных жителей говорят о прежнем изобилии воды.

Ни один из этих доводов не может нас убедить. Передняя и Средняя Азия переполнена развалинами, относящимися к самым различным эпохам, культурам и народам. Причины гибели культурных поселений многообразны, и всякому, знакомому с исторической географией Средней Азии, должно быть ясно, что одной переменной климатических условий, одним «усыханием» здесь вряд ли удастся что объяснить. Главной причиной исчезновения оседлых поселений были, конечно, войны. В XIII столетии Чингиз-хан и его преемники разрушили целый ряд городов в Туркестане и Передней Азии, уничтожили громадные ирригационные сооружения, перебили массу народа. Вследствие разрушения оросительных каналов население, лишенное возможности поддерживать свое существование, частью вымерло, частью разбежалось. От последствий этого разгрома Месопотамия не могла избавиться вплоть до XIX века². При чем же тут изменения климата?

Говоря о нашествии Чингиз-хана, В. В. Бартольд³ указывает, что монголы не нуждались в новых землях, что большинство монгольского народа после завоеваний осталось в Монголии. Этнографическая граница монголов после нашествия осталась такой же, какой была до завоеваний

¹ Цитаты см. в конце этой главы.

² R. Tholens. Die Wasserwirtschaft in Babylonien (Irak Arabi) in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Zeitschr. Gesell. Erdkunde Berlin, 1913, p. 341.

³ В. В. Бартольд. Место прикаспийских областей в истории мусульманского мира. Баку, 1925, стр. 58.

Чингиз-хана, и сам он после завоеваний вернулся в Монголию. Таким образом, не климат заставил монголов двинуться на запад.

. Правда, в Центральной Азии нередко мы встречаем остатки прежней культуры в таких местах, где теперь совершенно нет воды. Так, в расстоянии 100 км к северу от конца р. Нии и около 170 км восточнее Керии находятся покинутые около 300 года нашей эры развалины довольно большого поселения, куда теперь ни из Нии, ни из Керии нельзя было бы провести воду каналами¹. Однако, прежде чем утверждать, что в Ние и Керии в III столетии нашей эры было больше воды чем сейчас, нужно сначала доказать, что с тех пор эти реки не изменили своего течения: другими словами—нужно было сначала подвергнуть местность обстоятельному исследованию².

Между тем влияние изменений течения рек на перемены в гидрографии страны следует особенно иметь в виду при изучении Средней Азии. Всем известно, что реки в пустынном климате, во внутренних областях, имеют чрезвычайно непостоянное течение. Зависит это от многих причин. Прежде всего, количество несомой ими воды ничтожно для того, чтобы выработать глубокое и постоянное русло. Далее, реки здесь не имеют определенного постоянного нижнего базиса эрозии, каким является для рек периферической области уровень океана. Ничтожные причины—зачленение ложа реки осадками, разбор воды на орошение, сильные разливы могут заставить реку повернуть в другую сторону, к иному базису эрозии. А так как этот новый резервуар, куда теперь река получила сток, очень часто лежит на другой абсолютной высоте чем прежний, то понятно, что отсюда могут произойти громадные перемены в гидрографии страны и, следовательно, конечно, и в экономической жизни населения.

Примером громадных перемен в гидрографии страны может служить р. Тарим и ее место впадения—озеро Лоб-нор, вызвавший столько споров. Тарим и Черчен-дарья неоднократно меняли места своего впадения, и очевидно, что это должно было иметь громадное влияние и на судьбы прибрежного населения. Другим примером является Аму-дарья.

Приводимые Гёнтингтоном легенды (стр. 277, 321 и другие) говорят о том, что в прежние времена воды в пустыне было много больше чем теперь. Но я позволю себе усомниться в доказательности этих легенд: народные предания в пустынях склонны переносить золотой век назад, когда реки были полны водой, степи покрыты лесами и тому подобное.

Наконец, третий аргумент Гёнтингтона—гибель лесов в Средней Азии. Во многих местах он находил деревья разнолистного тополя (*Populus diversifolia*) и кусты джидгыла (*Tamarix*) в жалком, полусохшем состоянии. Отсюда вывод: климат изменяется в сторону уменьшения количества влаги.

И этот вывод не имеет никакой доказательной силы. На Сыр-дарье, на берегах Арала, на Балхаше и в бассейне реки Или мне многократно приходилось путешествовать среди зарослей тамариска, саксаула и других деревьев и кустарников пустыни. Ничего подобного постоянному исчезновению и усыханию лесов мне не довелось наблюдать. Конечно, нередко случалось видеть мертвые деревья, но таковые имеются во всяком лесу, не находящемся в ведении лесного надзора. Есть сухие деревья у берегов сухих русел—Баканаса, Джаны-дарьи и других, но это—результат прекращения течения воды по речному протоку. Равным образом и от

¹ Pulse of Asia, p. 203.

² В одном случае (стр. 224) Гёнтингтон, впрочем, упоминает об изменении в направлении течения реки; это относится к р. Ваш-шехри между Черченом и Чаркликом.

персонала лесного надзора в Туркестане я никогда не встречал сетований на естественное исчезновение «лесов» в песках Средней Азии¹.

Мы снова укажем на приведенные выше данные В. А. Дубянского относительно самозарастания песков Туркмении.

Если в песках по р. Черчену и встречаются умирающие деревья (см. рисунок у Гёнтингтона на стр. 222), то в каждом случае необходимо исследовать причины, которые могут корениться не только в высыхании страны: деревья могут гибнуть от нападения короедов и других вредителей, от того, что корни, распространяясь вглубь, перестают получать достаточное количество влаги, от неумелой вырубki, затем от распространения песков в результате вырубki лесов и тому подобного, от перемещения русел рек. Перемещение водных потоков может произойти как от естественных причин, так и в результате деятельности человека.

Относительно Турфанского оазиса Скомберг полагает, что он в настоящее время кормит большее население, чем когда-либо раньше, и что количество воды здесь несколько не уменьшилось. Тем не менее в оазисе можно видеть многочисленные заросли сухого тростника, причиной гибели которого были оросительные мероприятия, лишившие данное место воды².

На заседании Географического общества 29 апреля 1945 года Э. М. Мурзаев сообщил, что в Монголии молодые сосны и лиственницы наступают на степь.

Итак, ни один из вышеприведенных доводов в пользу прогрессивного усыхания Средней Азии не может удовлетворить нас.

На юге Кашгарии, между реками Юрун-кашем и Керией расположены развалины города Дандан-уйлик, покинутого в конце VIII столетия. Гёнтингтон, описывая эти развалины, полагает, что город некогда питался водою из р. Керии, которая в те времена была гораздо многоводнее. Между тем местные пастухи, спрошенные, отчего в настоящее время не выводят оросительных каналов (арыков) из Керии, отвечали, что для этого теперь нет достаточного количества людей. Пастухи были совершенно правы. Как известно, для устройства и поддержания больших оросительных сооружений необходимо много народа. Когда Дандан-уйлик был густо населен, жители были в состоянии провести большие каналы и притом заложить их головы выше по Керии-дарье, где течение сильнее и вода пресная. С малым числом народа такую работу произвести невозможно.

Но, помимо того, и в настоящее время, по мнению А. Стейна, производившего здесь гораздо более основательные исследования чем Гёнтингтон, возможно провести воду из соседних рек до Дандан-уйлика³. Стейн считает, что Дандан-уйлик был оставлен вовсе не из-за недостатка воды, а по причине обезлюдения страны⁴. Эти данные Стейна тем более интересны, что он, хотя с оговорками⁵, готов присоединиться к теории высыхания Азии⁶.

¹ Напротив, на одном из заседаний Географического общества в 1908 году В. И. Масальский сообщил, что в горах у Алма-ата за последние годы наблюдалось распространение лесов со стороны гор на равнину.

² R. C. F. Schomburg. The aridity of the Turfan area. Geogr. Journ., LXXII, 1928, p. 357—359.

³ M. Aurel Stein. Ancient Khotan. Oxford, 1907, p. 286.

⁴ M. A. Stein. Ruins of Desert Cathay. London, 1912, vol. I, p. 257—258.

⁵ «Разрешение этого вопроса дело географа, а не археолога», i. c., 1907, p. 287.

⁶ Ср. также взгляд Стейна по поводу высыхания Центральной Азии в M. A. Stein. Explorations in Central Asia 1906—1908. Geogr. Journ., XXXIV, 1909, p. 17; также XXXVI, 1910, p. 677—678; Ruins of Desert Cathay, I, 1912, p. 257.

⁵ Климат и жизнь.

О засыпанных песком городах Хотана говорит еще в первой половине VII столетия китайский паломник Сюань-цзан¹. Данное последним описание физических особенностей Хотана, по словам Стейна, вполне подходит к настоящему времени².

Замечательно, что в писанных табличках, найденных Стейном в развалинах Хотана и относящихся к III столетию нашей эры, часто встречаются указания на споры из-за недостатка воды для орошения; в других имеются жалобы на чиновников по тому же поводу³. Факт этот показывает, что тогда в Хотане так же дорога была вода, как и теперь.

Нет никаких оснований из сопоставления теперешней, сравнительно малой, населенности некоторых мест Центральной Азии и того многолюдия, какое наблюдалось некогда, делать заключение, что земледелие теперь стало невозможно вследствие уменьшения количества атмосферных осадков. Между р. Юрункаш, на которой стоит город Хотан, и р. Керией тянется пустыня с сыпучими песками; возделаны лишь берега рек. На Юрункаше Стейну говорили⁴, что путем устройства оросительных каналов можно бы расширить земледельческий район далеко в глубь пустыни, в места, занятые барханами: весной и летом река несет достаточно воды для орошения, но «здесь, как и всюду вдоль южного края великой восточно-туркестанской пустыни, нет необходимого для исполнения таких работ количества населения, равно как нет администрации, способной к проведению больших ирригационных работ».

У Тарбогаза, близ города Хотана, в предыдущие посещения Стейна расстилалась песчаная пустыня; но с тех пор как провели канал, страна преобразилась, в чем путешественник мог убедиться во время экспедиции 1906—1908 годов. В этом он видит доказательство, что оазис, несмотря на «высыхание» (кавычки Стейна), может вести борьбу с пустыней⁵. Точно так же у дер. Аккуль (в области развалин Ак-терек), в том же Хотанском оазисе, около 15 лет до посещения его названным автором, были проведены арыки, и культурные земли стали надвигаться на песчаную пустыню. Заросли камыша и тамариска появились в области древних поселений, в которых обнаружены археологические находки. «И я спрашивал себя с удивлением, — говорит Стейн, — не близко ли время, когда оазис, вопреки медленно идущему высыханию, вследствие увеличения населения и растущей нужды в земле, победоносно распространится на большую часть здешней пустыни»⁶. К западу от Керии, в оазисе Домоко, Стейн в 1901 году убедился, и по остаткам развалин, и по рассказам туземцев, в том, что за последние 60 лет область культурных земель под напором пустыни отступила к югу, к горам. Но уже тогда Стейну говорили, что граница между оазисом и пустыней передвигается то к югу, то к северу. И действительно, во время путешествия 1906—1908 годов культурные земли снова распространились к северу, по направлению к покинутым еще около 1840 года полям Старого Домоко. Причина — сооружение в 1890 году плотины на р. Домоко⁷. Вообще, если бы эта плотина не была построена, то оазис пришлось бы совсем оставить. Это показывает, говорит Стейн, что изме-

¹ M. A. Stein. Sand-buried ruins of Khotan. London, 1903, p. 323, 430, 438.

² M. A. Stein. Ancient Khotan. Oxford, 1907, p. 174. Сюань-цзан прибыл в Хотан в 644 году нашей эры (там же, p. 173).

³ M. A. Stein. Sand-buried ruins, p. 402.

⁴ M. A. Stein. Sand-buried ruins, p. 271. Ср. также Ancient Khotan, 1907, p. 126—127.

⁵ M. A. Stein. Ruins of Desert Cathay, I, 1912, p. 164.

⁶ Там же, p. 229—230.

⁷ Там же, p. 250—251.

нения в площади обрабатываемой земли могут происходить и помимо причин, связанных с уменьшением воды под влиянием усыхания (стр. 254).

Вообще Стейн держится взгляда, что при настоящем положении вещей Хотан мог бы прокормить значительно больше населения, чем сейчас, когда используется далеко не вся вода, доставляемая реками¹. Тот же автор рассказывает, что в Тогучаке, западнее Яркенда, в его посещение в 1900 году, оказались орошенными и возделанными песчаные пространства, еще за несколько лет до того пустынные². Как-раз годы 1900 и 1901 в бассейне Тарима отличались многоводием.

В противность мнению Гёнтингтона Гедин утверждает, что в бассейне Тарима за последние 1 600 лет не наблюдается никаких следов климатических изменений. За историческое время Лоб-нор и Кара-хошун изменились в объеме очень мало, происшедшие же перемены — случайного характера и не стоят в связи с колебаниями климата. Высыхание Азии, о котором говорит П. А. Кропоткин, отрицается Гедином; равным образом он находит, что переселения народов, так же как и падение древних культур в Центральной Азии, не находятся в причинной связи с климатическими переменами. За исключением Керии, ни об одной реке Кашгарии нельзя сказать, что бы она несла теперь воды менее чем 2 000 лет тому назад. Что касается Керии, которая теперь теряется в песках, не доходя 132 км до Тарима, то, по словам А. Стейна, она еще в XVI столетии достигала Тарима³. Но Гедин не склонен приписывать это изменение климатическим причинам: дело объясняется вероятнее всего тем, что за последние 300—400 лет оазис Керии заселся гораздо гуще и соответственно с тем возросла потребность в воде. Стейн, как мы видели выше, напротив, полагает, что современное население Хотана не столь густо, как прежде. Возможно, что в случае с Керией (если только толкование относящегося сюда текста Мух. Хайдера будет признано правильным) нужно принять другие причины, чем влияние человека, например, изменения в гидрографии ее бассейна (о чем мы говорили выше). Можно далее указать, что в течение XIII—XV и части XVI столетия в западной Азии и восточной Европе наблюдалось некоторое повышение количества осадков; именно в это время Аму-дарья через Узбой отдавала часть своих вод Каспийскому морю⁴. В эти столетия и Керия могла достигать Тарима. Нет ничего невероятного в том, что в будущем опять может повториться такое же многоводие в бассейне Керии; нарек на это мы имеем в сильном разлитии рек Кашгарии, какое наблюдалось в первые годы XX столетия (о чем см. выше).

Cholnoky⁵, известный венгерский путешественник по Центральной Азии, разбирая вопрос о причинах «переселения народов», приходит к выводу, что толчком к переселениям служат не климатические изменения, а перемены в условиях орошения, зависящие в свою очередь от множества экономических, политических и физических причин. К последним относятся сильные ливни («ели»), приносящие массу обломочного материала в долины и могущие совершенно запрудить реки и ирригационные каналы, перемещения русла (например, Хуан-хэ в 1854 году), засухи, землетрясения и тому подобное. Но главной причиной являются враждебные действия

¹ M. A. Stein. Ancient Khotan, p. 126.

² Stein. Sand-buried ruins, 1903, p. 162.

³ Stein. Ancient Khotan, 1907, p. 449 (по данным мусульманского историка половины XVI столетия Мухаммеда Хайдера в «Тарики рашиди»).

⁴ О чем см. в моей работе: «Аральское море», 1908, стр. 527—528.

⁵ J. Cholnoky. Künstliche Bewässerung in Inner-Asien und die Völkerwanderungen. Geogr. Zeitschr., XV, 1909, p. 241—248.

между соседними племенами или народами. Относительно засыпанных песком городов Кашгарии Cholnoqu полагает, что они были покинуты не потому, что им стали угрожать надвигавшиеся пески, а вследствие уничтожения оросительных каналов¹.

Напротив, по мнению Г. Е. Грумм-Гржимайло, в Центральной Азии за исторический период происходили «рост пустынь и гибель пастбищных угодий и культурных земель». Причиной было прогрессивное высыхание. Особенно резко этот процесс проявился к началу XVI века, когда «вся Монголия пришла в движение, и монгольские роды и племена рассеялись в поисках за водой и хорошими пастбищами». В эту эпоху монголы проникли на юг до Ян-цзы-цзяна, на запад до урочища Гас. Эти явления стоят в связи с прогрессивным изменением климата в сторону усыхания².

Мы уже указывали, что нашествия многоголов при Чингиз-хане, которые тоже многими ставились в связь с усыханием, на самом деле никакой связи с климатом не имеют.

Правдоподобно указание Грумм-Гржимайло на то, что в ледниковое время климат Бэй-шаня, или страны между Таримом и Эдзин-голом, или Хамийской пустыни, был влажнее, но это соображение не имеет никакого отношения к изменениям климата в послеледниковую, а также, понятно, и в историческую эпоху. Ибо, как мы знаем, климат в послеледниковое время испытывал разнообразные изменения. О том, что ни в Центральной Азии, ни в Китае, ни в Туркестане в настоящее время, вопреки мнению Грумм-Гржимайло, не откладывается лёсса из пыли, об этом подробно рассказывается на стр. 242—247 этой книги.

Я утверждаю, что падение культур в Центральной Азии объясняется не изменением климата в сторону усыхания, а есть следствие войн и, прежде всего, разрушения оросительных каналов. На это Г. Е. Грумм-Гржимайло возражает: «Неизвестно, о каких громадных ирригационных сооружениях, будто бы уничтоженных монголами, говорит Берг. Чингиз-хан и его ближайшие преемники были настолько хорошими хозяевами, что ради собственных интересов не стали бы уничтожать главного источника богатства покоряемых ими культурных земель». Я не приводил доказательств уничтожения монголами, во время их нашествия, оросительных сооружений, потому что это вещь общеизвестная. Но, если угодно, таких примеров можно привести, к сожалению, достаточное количество. Вопреки всякой исторической очевидности, Г. Е. Грумм-Гржимайло полагает, что Мерв был разрушен монголами.

Однако у академика Бартольда при описании войн из-за Мерва в 1221—1222 годах говорится об «уничтожении последних остатков этого города монголами»³. «За сопротивление, оказанное монголам,—говорит Бартольд в другом месте⁴,—Мерв пострадал гораздо более жестоко, чем,

¹ J. Cholnoqu, p. 252. «Было бы неправильно из наличия развалин делать заключение о том, что в настоящее время Центральная Азия находится в состоянии высыхания. Количество воды в реках есть нечто весьма чувствительное. На малейшие изменения климата расход воды в реках реагирует очень резко, но еще сильнее—расход воды в оросительных каналах. В случае даже малого недосмотра за арыком он начинает потреблять, сравнительно с содержимым в порядке, непропорционально большое количество воды».

² Г. Е. Грумм-Гржимайло. Западная Монголия и Урянхайский край, I, СПб., 1914, стр. 405—406. Изв. Геогр. общ., 1933, № 5, стр. 437—454.

³ В. В. Бартольд. Туркестан в эпоху монгольского нашествия. II, СПб., 1900, стр. 483—486.

⁴ В. В. Бартольд. К истории орошения Туркестана. СПб., 1914, стр. 63—64.

например, Самарканд и Бухара. Возможно, что Чингиз-хан для ограждения завоеванного им Туркестана хотел создать пустыню к югу и к западу от него, как впоследствии иранские монголы по таким же соображениям уничтожили Бухару». Понятно, что монголами была разрушена и оросительная система Мургаба, питавшая Мервский оазис. Восстановление Мерва началось лишь в 1409 году, при сыне Тамерлана Шахрухе, который велел возобновить плотину Султан-бенд на Мургабе и «вновь провести воду по каналу, доставлявшему воду Мерву до монгольской эпохи»¹. Плотина Султан-бенд была снова разрушена узбеками в 1567 году, во время военных действий². В конце XVIII века это злополучное сооружение опять было уничтожено—на этот раз бухарцами, после чего Мерв должен был сдаться. Злоключения обитателей этого края на том не кончились, и в XIX веке мервская оросительная сеть неоднократно приходила в запустение, о чем подробно рассказывается у Бартольда (1914).

Теперь переходим к низовьям Аму-дарьи. Столица Хорезма (Хивы) Гургандж (или Старый Ургенч) была взята монголами в 1221 году. Город был разрушен, жители перебиты. Оросительная система пришла в полное расстройство, так как некому было наблюдать за плотинами, требовавшими неусыпного надзора. В это время река проложила себе новое русло³.

Этих примеров достаточно. Для иллюстрации методов войны, какие применял Чингиз-хан, сошлемся на следующие данные, приводимые самим Грумм-Гржимайло (стр. 445). Для того, чтобы сломить могущество тангутов, Чингиз-хан стал год за годом посылать в пределы тангутского государства отряды своих войск с грабительскими целями. Была уведена громадная добыча—сотни тысяч голов верблюдов, лошадей и рогатого скота. В результате, понятно, последовало запустение края. Причем же тут усыхание Центральной Азии?

Другой пример, взятый у того же автора (стр. 451). В Восточном Туркестане, на протяжении между р. Черчен-дарьей и оазисом Хами, некогда существовало владение Шань-шань. В V веке нашей эры, вследствие военных неудач, население навсегда покинуло свою родину; уходя, люди «предали ее полному разорению, т. е. засыпали колодцы и уничтожили в ней все гидротехнические сооружения».

Запустение Восточного Туркестана, или Кашгарии, было, согласно Грумм-Гржимайло (стр. 452), следствием «роста пустыни». «Было высказано предположение, что причиной оставления населением засыпанных ныне песком селений и городов было вражеское нашествие, заставившее уцелевших жителей бросить их за невозможностью дальнейшей поддержки своими силами ирригационных сооружений. Этого предположения, однако, не подтверждает история». «Эта часть Центральной Азии (Восточный Туркестан) за последние две тысячи лет шла, подобно остальным, по пути постепенного угасания в ней живой природы» (стр. 450).

Об одном «вражеском нашествии», опустошившем сразу, за один прием, всю Кашгарию, никто, понятно не говорит. Но на протяжении истории этого края, насчитывающей не одну тысячу лет, было множество опустошительных войн, в результате которых Кашгария усеяна развалинами, относящимися к самым разнообразным временам. Если все эти населенные пункты погибли от «усыхания», то удивительно, как это Кашгария вообще не превратилась в сплошное кладбище городов, как это еще существуют в ней цветущие оазисы! Чтобы узнать, что испытал на себе поистине много-

¹ Бартольд, 1914, стр. 65.

² Там же, стр. 67.

³ Бартольд, 1914, стр. 88; Туркестан в эпоху монгольского нашествия. 1900, стр. 471.

страдальный Восточный Туркестан, достаточно обратиться хотя бы к историческому очерку этой страны, составленному в 50-х годах прошлого века Валихановым¹, или к историко-географическому обзору Восточного Туркестана, какой дан Певцовым в его отчете о путешествии 1889—1890 годов². Из этих беспристрастных свидетельств можно убедиться, что история именно и подтверждает мой взгляд: в запустении Восточного Туркестана изменения климата повинны. Сошлемся еще на судьбу владения Шаньшань, о которой мы говорили выше со слов Г. Е. Грумм-Гржимайло.

Названный автор подробно останавливается на изменениях, какие испытала природа Китая за историческое время. За 2 500 лет до нашей эры, говорит Грумм-Гржимайло, страна между Маньчжурией и Ян-цзы-цзяном, а частью и южнее, была покрыта девственными лесами и болотами. Теперь же, как известно, низменности Китая совершенно безлесны. Однако общеизвестно, и об этом говорит сам Г. Е. Грумм-Гржимайло, что обезлесение Китая есть результат деятельности человека. Плановое истребление лесов началось в Китае еще во втором тысячелетии до нашей эры. Поэтому к вопросу об усыхании обезлесение Китая не имеет отношения.

В доказательство прежней облесенности сухих степей Г. Е. Грумм-Гржимайло³ ссылается на мнение Ф. П. Кеппена о былом распространении бобра в области р. Эмбы, в «окрестностях Мугоджарских гор». Кеппен говорит, что есть приток Эмбы Кундуз, название которого происходит от татарского «кундуз», что обозначает бобра⁴. Однако бобра в Казахстане нет, и словом «кундуз» казахи обозначают не бобра, а выдру, широко распространенное водное млекопитающее из хищных⁵.

Туркестан и Передняя Азия. Остановимся подробнее на Мервском оазисе, судьба которого, по мнению сторонников усыхания,

¹ Ч. Валиханов. О состоянии Алтышара. Записки Геогр. общ. по отд. этнограф., XIX, 1904, стр. 107—150.

² М. В. Певцов. Труды Тибетской экспедиции 1889—1890 годов. Ч. I, СПб., 1895, стр. 1—46. См. также А. Н. Куропаткин. Кашгария. Историко-географический очерк страны. СПб., 1879, стр. 74, 156, 209—216.

³ Г. Е. Грумм-Гржимайло, 1914, стр. 403; 1933, стр. 441.

⁴ Ф. П. Кеппен. О прежнем распространении бобра в пределах России. СПб., 1902, стр. 92 (из журн. Мин. нар. просвещ., 1902). См. также стр. 78, где приводится татарское название бобра кундуз или кундуз. Согласно «Опыту словаря тюркских наречий» В. В. Радлова (II, 1899, стр. 915), у казахов кундуз значит выдра, у османов бобр, у барабинцев кундуз есть обозначение для бобра. По-узбекски кундуз, как и у казахов, значит выдра (Русско-узбекский словарь. Ташкент, 1927, стр. 89).

⁵ Паллас (Pallas. Zoographia rosso-asiatica, I, 1811, p. 142) приводит название бобра (Castor fiber) у казанских татар — кундуз. Но вместе с тем у абаканцев и башкир то же слово обозначает, по сообщению Палласа (p. 77), выдру. По указанию С. И. Огнева (Звери восточной Европы и северной Азии, II, М., 1931, стр. 508) кундуз есть казахское название выдры (Lutra lutra); здесь же сообщается (стр. 517), что в 1881 году выдра добыта на нижнем Илеке (притоке р. Урала), на озере и урочище Кундуз. Вообще наименование это нередко встречается на картах в таких местах, где нахождение бобра в настоящее время невероятно. Так, в северном Афганистане есть река (приток Аму-дарьи) и город Кундуз, расположенный в климате пустыни; бобр тут, понятно, не может водиться, но выдра есть.

Бобр (Castor fiber) в безлесных и безводных местах, как известно, не живет. Однако, А. В. Федюнин в своей монографии «Речной бобр» (М., 1935, стр. 61) ссылается на былое существование бобра в окрестностях Одессы, «где также давно нет леса», подобно тому как и в полынной степи по Тамиру, притоку Эмбы, где П. П. Сушкиным найдена ископаемая нижняя челюсть бобра. Указание на Одессу заимствовано у Кеппена (1902, стр. 63), где говорится о нахождении челюсти бобра в ископаемом состоянии в глинистых отложениях близ Одессы. Бобр известен из верхнетретичных и четвертичных отложений Бессарабии и Румынии, но невероятно, чтобы он когда-либо в историческое время жил в лишенных текучих вод степях близ Одессы.

роковым образом связана с прогрессивным уменьшением воды в реках Средней Азии¹.

Еще Плиний писал, что плодородная Маргиана (т. е. Мервский оазис) трудно доступна, так как окружена со всех сторон песками². Мы уже говорили о том, что Мерв был окончательно разрушен в 1221—1222 годах монголами. Мерв в это время был цветущим городом. Описания арабских авторов IX века (Ибн-Хордадбех, Якуби, Кудам) и X века (Истахри, рукопись 932 года, Ибн-Хаукаль, Макдиси) не оставляют сомнения в том, что тогда климат Мервского оазиса был таков же, что и теперь, что и тогда Мерв был со всех сторон окружен пустынями³. Уже в пяти фарсах, т. е. в 30 км от города, начинались пески. Богатство Мерва объясняется весьма совершенной системой орошения, применявшейся тогда. В Мургабе у Мерва, по описанию Макдиси, стоял футшток: «когда вода поднимается и высота ее достигает на доске 60 делений, год будет урожайный, люди радуются этому, и поднимается количество выдаваемой (для орошения) воды, а когда бывает 6 делений, бывает год бесплодный» (Жуковский, стр. 23—24). «Совершенство орошения несколько не мешает Макдиси неоднократно заявлять о недостатке воды в Мерве вообще; недостаток этот особенно сильно ощущался жителями мест, где были расположены поместья султанские; вот почему в старину жители не допускали султанских людей покупать земельные угодья» (Жуковский, стр. 24).

О Мургабе Хафиз-Абру сообщает следующее: после времени султана Санджара, в 1162 году нашей эры, Мургаб сорвал плотину; сколько ни старались, не могли запрудить, и рекатри года уклонялась от Мерва. Большая часть населения выселилась, и жители сильно бедствовали, пока хорезмшах не послал людей, которые соорудили плотину. Говорят, что во время султана Санджара охраной реки и делом на ней занято было 12 000 работников, которых содержал Мерв (Жуковский, стр. 68)⁴.

Из предыдущего видно, что благосостояние Мерва было основано исключительно на искусственном орошении.

Рюи Клавио (Clavijo), посланник Генриха III кастильского к Тамерлану, прошел в 1404 году от Мешхеда до Самарканда; из его описания видно, что страна по Мургабу (Morga) и тогда в значительной степени представляла пустыню⁵.

Что касается современного состояния Мервского оазиса, то Б. А. Федорович и А. С. Кесель, исследовавшие нижнее течение Мургаба в 1930 году, сообщают: «часто встречающиеся в литературе слова о том, что Мервский оазис со всех сторон засыпается надвигающимися и окружающими его песками, по существу неверны. Наоборот, опасность надвигания песков на оазис является редким исключением⁶. Пески приурочены к древним отложениям Мургаба с раковинами Planorbis albus и Radix auriculata. «Пески эти, — говорят упомянутые авторы, — закреплены растительностью, и только по окраине оазиса, где растительный покров уничтожается

¹ Huntington. Pulse of Asia, p. 339.

² С. Plinii Historia naturalis, VI, 16 (18).

³ См. В. А. Жуковский. Древности Закаспийского края. Развалины старого Мерва. Материалы по арх. России, изд. Арх. ком., № 16, СПб., 1894, стр. 13—26.

⁴ Некоторые поправки к рассказу Хафиз-Абру см. у В. В. Бартольда. К истории орошения Туркестана, СПб., 1914, стр. 63.

⁵ Рюи-Гонзалес де Клавио. Дневник путешествия ко двору Тимура в Самарканде в 1403—1406 годах. Подлинный текст с переводом и примечаниями, составленным под ред. И. И. Срезневского. Сборник Отд. рус. яз. и словесности Академии наук, XXVIII, № 1, СПб., 1881 (VII+455 стр.), стр. 216.

⁶ Б. А. Федорович и А. С. Кесель. Субаральная дельта Мургаба. Труды Геоморф. инст., вып. 12, 1934, стр. 71.

человеком и его стадами, пески являются более подвижными, переходя на отдельных участках в летучие барханы».

Квинт Курций дает описание Бактрии во времена Александра Македонского (329 год до нашей эры), ничем не отличающееся от теперешнего: «Природа Бактрии весьма разнообразна. В одних местах многочисленные деревья и виноградники дают богатые урожаи; плодородную почву орошает множество источников: наиболее плодородные участки заняты под посевы, другие служат пастбищами. Зато с другой стороны значительная часть страны покрыта бесплодными песчаными пустынями: безжизненная и серая, она не родит хлеба и не дает пропитания человеку. Когда начинают дуть ветры с Понтийского моря (т. е. с Каспийского), они сметаю весь песок, покрывающий плоские места. Сдутый в кучи песок издали имеет форму холмов; все следы дорог пропадают. Поэтому, кто проходит через песчаную пустыню, тот, как мореплаватель, пользуется указаниями звезд и по ним направляет свой путь. Даже можно сказать, что ночью здесь почти светлее чем днем; дело в том, что днем не найти тропинки, по которой можно было бы следовать, и кроме того, блеск солнца омрачается от густой пыли. Кого застает этот ветер, дующий с моря, того он засыпает в песке. Там же, где страна гостеприимнее, она кипит людьми и столь обильна лошадьми, что бактрийцы могли выставить 30 000 всадников. Бактра, главный город страны, лежит у подножия Паропамиза. Стены ее омываются р. Бактром (ныне р. Балх), давшим имя городу и стране (VII, 18)». Далее (гл. 20) Курций яркими красками описывает мучения солдат во время перехода через безводную песчаную пустыню на протяжении 400 стадий по пути к Оксу (Аму-дарье). Берега этой реки оказались совершенно лишенными всякой растительности (гл. 21).

Ал. Бернс (Burnes), прошедший в 1832 году из Кабула в Балх и Бухару, свидетельствует, что описание Бактрианы, данное Курцием для IV века до нашей эры, вполне подходит к состоянию ее в XIX-м¹.

Путь от города Анхой (Андхой) к Балху (древняя Бактра) Клавихо (1404 год) рисует следующими словами, которые мы приводим для сравнения с описанием Кв. Курция: «Был такой сильный ветер, что людей едва не сбрасывало с лошадей, и он был такой жаркий, точно огонь. Дорога шла по пескам, и ветер поднимал песок и нес его с одного места на другое и заносил дорогу и людей. В этот день они (посольство) несколько раз сбивались с пути; и рыцарь, который провожал, послал назад в палатки за человеком, который показал бы им дорогу»². Берега Аму-дарьи Клавихо описывает на обратном пути следующим образом:

«10 декабря (1404 года) переплыли через большую реку Биамо (Оби-аму, Аму-дарья) на лодках. На берегах этой реки были большие пески, и малейший ветер переносил их с места на место и выносил кучами; на этих песках были целые холмы и долины, и когда ветер дул, он разбрасывал эти холмы и наносил их в другом месте. Песок был очень мелкий, и от ветра на нем оставались знаки зыби, точно на камлоте; на него нельзя было смотреть, когда он был освещен солнцем. По этой дороге можно идти только с проводниками, которые узнают ее по знакам, поставленным по ней. По этой дороге воды почти нет: она встречается только раз в целый день пути; в песке сделаны колодцы со сводами наверху, окруженные кирпичной стеной, потому что, если бы не было этих стен, песок занес бы их. Вода в эти колодцы собирается от дождей и снегов»³.

¹ Alex. Burnes. Travels into Bokhara, II, London, 1839, p. 211.

² Клавихо, I. с., стр. 222 (17 августа 1404 года).

³ Клавихо, I. с., стр. 345—346.

И. В. Мушкетов, бывший сторонником высыхания Туркестана, указывая на описание Клавихо, принужден согласиться, что и за 500 лет до нашего времени приамударьинские пески имели характер, близкий к современному¹.

Замечательно, что река Балх, теряющаяся обычно в разливах, далеко не доходя до русской границы, осенью 1907 года прорвалась через плотины и потекла частью по так называемому «Келифскому Узбою»². С этим любопытно сопоставить известия арабских географов о том, что р. Балх вообще никогда не доходила до Аму-дарьи³.

Арриан, писатель II века нашей эры, свидетельствует, что в IV столетии до нашей эры (328 год) Зеравшан (Политимет), как и теперь, не доходил до Аму-дарьи: «Александр прошел по всей стране, орошаемой Политиметом; в том месте, где исчезают воды реки, страна представляет пустыню; несмотря на свое многоводие, река здесь теряется в песках. Подобным же образом теряются здесь и другие значительные реки, обладающие постоянным течением, как, например, Эпард (Epardos), текущий через страну мардов, Арий (Areiös, ныне Герируд), давший свое имя стране ариев, Этимандр (Etymandros), протекающий по стране евгеретов. Каждая из этих рек не меньше р. Пеней, что в Фессалии, а Политимет несравненно значительнее Пеней» (кн. IV, гл. 6)⁴. То же подтверждает и Страбон: «оросивши Согдиану, Политимет входит в песчаную пустынную страну и там поглощается песками, как и река Арий в стране ариев» (кн. XI, гл. 11, 5)⁵. В таком же состоянии находился Зеравшан и в X столетии, в эпоху арабов⁶. Некоторые подобные указания мною были приведены раньше⁷.

Аральское море и 1 000 лет тому назад имело приблизительно те же границы, что и теперь: арабский географ Ибн Хаукаль⁸, писавший около 976 года, упоминает о «Новом селении», которое находилось на расстоянии фарсаха (6 км) от берега Сыр-дарьи и в двух переходах от места впадения реки в Хорезмийское озеро (Аральское море). «Новое селение» — это Джанкент, развалины которого, лежащие в 23 км от Казалинска, и ныне в таком же расстоянии от Аральского моря, как и тысячу лет назад: именно в 50 км от берега Арала по прямому направлению и в 75—85 км от устья Сыр-дарьи.

По данным Истахри, арабского географа X века, воды Герируда (Теджена) и тогда в мелководье не доходили до Серахса⁹.

Все эти примеры подтверждают, что о быстром высыхании Средней Азии, которое на глазах истории изменило бы облик страны, не может быть и речи. Правда, нередко здесь теперь встречаются среди пустынь

¹ Мушкетов. Туркестан, I, 1886, стр. 66; 2-е изд., 1915, стр. 76.

² Экспедиция в Каракумскую степь. М., 1910, стр. 18. О Келифском Узбое см. Л. С. Берг. Рельеф Туркмении. «Туркмения», II, 1929, стр. 66—70.

³ В. Бартольд. Историко-географический очерк Ирана. СПб., 1903, стр. 7, 21, 22.

⁴ Arrian's Feldzüge Alexanders, übersetzt von Dörner, III, Stuttgart, 1831, p. 334.

⁵ География Страбона, пер. Ф. Мищенко, М., 1879, стр. 528.

⁶ В. Бартольд. Туркестан в эпоху монгольского нашествия, II, СПб., 1900, стр. 84.

⁷ Л. С. Берг. Научн. результ. Аральской экспед., вып. 1, изд. Турк. отд. Геогр. общ., 1902, стр. 44.

⁸ В. Бартольд. Сведения об Аральском море и низовьях Аму-дарьи с древних времен. Научн. результ. Аральской экспед., вып. 2, Ташкент, 1902, стр. 36; ср. также стр. 33.

⁹ В. Бартольд. Историко-географический очерк Ирана. Изд. Фак. вост. языков СПб. унив., № 9, 1903, стр. 42.

развалины поселений, брошенные или засыпанные песком остатки оросительных сооружений, свидетельствующие о былой богатой культуре. Однако все это несколько не говорит в пользу возрастающей сухости и обеднения водою. Вовсе нет. Виною здесь продолжительные войны, ареной которых постоянно была Средняя Азия. Чингиз-хан и Тамерлан на пути своем смели не один город; одни из городов впоследствии восстановились, другие—оставались в развалинах. Уничтожить в Средней Азии человеческое поселение—это иногда дело нескольких минут: стоит только разрушить оросительную сеть—и город обречен на неминуемую гибель.

Знатоки исторической географии Ирана, Томашек в результате сравнения современной топографии иранских пустынь с топографией времен Истахри и Макдиси, пришел к выводу, что климат Ирана за последнее тысячелетие остается «удивительно постоянным»¹. Хорасанская пустыня Дешт-и-кевир по описанию Истахри представляется столь же бесплодной, что и теперь².

Вот как Марко Поло (XIII столетие) описывает среднюю Персию. «Из Кермана (Кирман) семь дней едешь по скучной дороге, и вот как: три дня ты совсем нет воды, или ее совсем мало, да и та, что попадает, горька и зелена, как трава на лугу... Жилья нет во все три дня; все пустошь да сушь. Зверей тут нет,—ничего им там есть. Через три дня начинается другая страна, и тянется она на четыре дня пути; она также пустынна и бесплодна; вода тоже горькая; нет тут ни дерев, ни скота; водятся одни ослы. Через четыре дня пути кончается царство Керман, и стоит город Кобина (Кух-и-Банан на севере Кермана). Из Кобина восемь дней едешь пустынею; сушь тут великая; нет ни плодов, ни дерев, а вода горькая и скверная: еду и питье нужно с собой везти; только скотина пьет охотно здешнюю воду. Через восемь дней приезжаешь в область Тонокаин (Кухи-стан, где город Тун-и-Каин)»³.

Титце (Tietze)⁴, в опровержение мнения Блэнфорда (1873), будто Персия 2 000 лет тому назад была дождливее чем теперь, приводит указания Полибия (X, 28, 3) на древне-персидские законы, касающиеся пользования оросительными каналами и свидетельствующие, что и тогда вода в Персии была так же дорога, как и теперь; затем уже древнейшие персидские сказания отмечают противоположность между влажным Мазандераном и сухой бесплодной внутренней частью Персии. Результат, к которому приходит Титце, таков: регресс тогдашней (1877 год) Персии по сравнению с древней несомненен, но это явление имеет не климатические, а политические причины.

Венюков⁵ и Гёнтингтон⁶ принимают, что озеро Зере, упоминаемое у Истахри, ныне Год-и-Сиррех в Сеистане, занимало прежде пространство до 100 миль в длину (Истахри приводит длину в 30 фурсах, т. е. около 180 км). Между тем уровень этого озера подвергался даже за последнее время значительным колебаниям в зависимости от количества атмосферных осадков. Так, около 1842 года на озере Зере был максимум, около 1872-го минимум, а для 1887 года вновь отмечено высокое

стояние¹—словом, колебания, аналогичные колебаниям Аральского моря. И во времена Истахри (X век) озеро Хамун то увеличивалось, то уменьшалось в зависимости от количества воды в Хильменде, а в эпохи высокого стояния оно может соединяться с озером Год-и-Сиррех².

Сайкс держится мнения, что пустыня Лут в Иране находится, как и вся Азия, в состоянии прогрессивного усыхания, и беде этой помочь не в человеческих силах³. Но на той же странице упомянутый автор сам же приводит описание пустыни Лут, данное арабским географом Макдиси, писавшим около 985 года: уже тогда путешественник видел пустынные хребты, солончаки, крайности жары и холода. «Хорасанская пустыня», как называли арабские географы Дешт-и-Кевир и Дешт-и-Лут, производила и на арабов (например, на Истахри, писавшего около 961 года), хорошо знакомых с пустынями Аравии и северной Африки, удручающее впечатление⁴.

На пути из Панджгура (на ирано-белуджистанской границе) в Кветту Сайкс пересек совершенно безлюдную страну протяжением, с запада на восток, свыше 300 км. Однако склоны холмов были когда-то тщательно разработаны, очевидно—под богарные посевы. Сейчас же здесь имеются только редкие колодцы с скверной водой, и возможность богарного земледелия совершенно исключается. Находки глиняных черепков говорят, что здешняя культура относится к X—XIII векам. Прежде Сайкс приписывал исчезновение населения этой области обезлесению и войнам, но в последнее время, под влиянием Гёнтингтона, пришел к выводу, что это результат высыхания, наблюдаемого во всей Средней Азии⁵. Из предыдущего ясно, что прежнее мнение Сайкса было отчасти более правильным.

Надпись на языке народа урарту, высеченная в конце VIII столетия до нашей эры (между 730 и 714 годами) на скале на южном берегу озера Севан у с. Келаны-Кирланы, в 1891 году оказалась частью в воде⁶, а между тем в 1891 году на озере стояла еще низкая вода. Далее, монастырь, построенный на острове Севане, возвышающемся над уровнем озера едва на 4 м, никогда не затоплялся водой⁷. Если же судить по известковой коре, отложившейся из воды на склонах озера, то можно видеть, что в историческое время озеро никогда не стояло выше, чем на 1,8—1,9 м над уровнем 1889/90 года, когда был низкий уровень⁸.

Данные, почерпнутые из клинообразных надписей, говорят, что еще древнейшие вавилонские цари считали основным условием земледелия в Месопотамии устройство обширных систем орошения: при царе Хаммураби, жившем в XVIII—XVII столетиях до нашей эры, был вырыт большой оросительный канал, названный в его честь⁹. В Мосуле и теперь выпадает около 300 мм осадков в год,—количество, при котором земледелие без

¹ Sieger. Mitteil. geogr. Gesell. Wien, XXXI, 1888, p. 181, 393.

² В. Бартольд. Зап. Вост. отд. Арх. общ., XVII, 1906, стр. 09. Также: Историко-географ. обзор Ирана. СПб., 1903, стр. 46 (здесь ссылка на Curzon. Persia, I, 1892, p. 226).

³ P. M. Sykes. A fifth journey in Persia. Geogr. Journ., XVIII, 1906, p. 450.

⁴ В. Бартольд. Историко-географический обзор Ирана. СПб., 1903, стр. 93.

⁵ P. M. Sykes. A history of Persia, vol. I, London, 1915, Macmillan, p. 13—14.

⁶ Belck. «Globus», LXV, 1894, p. 303.

⁷ Фундамент церкви, построенной здесь в 1854 году, был в 1889 году на 3,61 м выше уровня озера (Митте).

⁸ Митте. Горн. журн., 1891, т. 2, стр. 224—225.

⁹ К. Бецольд. Ассирия и Вавилон. СПб., 1904, стр. 29—В. Ольбрайт. Вестн. древн. истор., 1946, № 4, стр. 29.

¹ Бартольд. Л. с., стр. 93.

² W. Tomaschek. Sitzungsber. Akad. Wien, phil.-hist. Cl., CVIII, 1885, p. 564—562.

³ Путешествие Марко Поло. Пер. И. П. Миняева. Зап. Геогр. общ. по отд. этн., XXVI, 1902, стр. 55—56 (главы 38—40).

⁴ E. Tietze. Zur Theorie der Entstehung der Salzsteppen und der angeblichen Entstehung der Salzlagern aus Salzsteppen. Jahrbücher k. k. Geolog. Reichsanstalt, XXVII, 1877, p. 351—357.

⁵ VIII съезд русск. ест. и врачей. СПб., 1890.

⁶ Explorations in Turkestan, 1905, p. 314.

искусственного орошения невозможно; если и 3 600 лет тому назад нужны были оросительные каналы, стало быть и тогда выпадало немногим больше осадков. Можно возразить на это, что тогда при большей сумме осадков было иное распределение их, неудобное для земледелия. На это мы заметим, что распределение осадков по времени года осталось с библейских времен неизменным, как это показано будет ниже (стр. 79—80), при рассмотрении климата Палестины¹.

Греция. Из обстоятельного исследования климата Афин и сравнения нынешнего состояния с описаниями классических авторов, произведенного Д. Эгинитисом, видно, что климат Греции не претерпел решительно никакого изменения за последние 2 000—2 200 лет².

К такому же выводу пришел и Партч (Partsch) на основании сравнения описаний современной речной сети Греции с тем, что мы находим у древних авторов³. На недостаток воды в Греции жаловались уже в древности. Еще Гомер различал постоянно текущие ручьи и наполненные лишь зимою, т. е. в период дождей (Odys., XIII 109; II. XIII 138, XI 452, V 88, XI 493). Вместе с тем замечательно, что из тех рек, которые по описаниям древних имели постоянное течение, ни одна не пересохла до настоящего времени и обратно—относительно многих сухих водотоков можно удостовериться, что они и в древности были сухими. По описанию Страбона, ручьи Кефисс и Илисс, между которыми лежат Афины, летом пересыхают. Это справедливо и для настоящего времени. Ручьи Инах, Кефисс и Астерион на аргивской равнине и в эпоху Павзания наполнялись водою лишь во время дождей. Ахелой (теперь Аспропотамос) был доступен для лодок в древности, как и теперь, вплоть до северного края акарнано-эолийской равнины. Из прочих рек Греции в древности, как и ныне, были судоходны лишь две: Алфей (ныне Руфия) и Памиз (в Мессении). Гомер характеризует Арголиду эпитетом «страдающая от жажды» (Илиада, IV 171). Правда, в Греции местами замечается исчезновение ключей, упоминаемых древними писателями, но это, очевидно, следует приписать обезлесению страны, причем, без сомнения, исчезнувшие ключи должны появиться в каком-нибудь другом месте.

Если бы количество влаги в Греции уменьшилось, это должно было бы отразиться и на других климатических элементах: температуре, облачности, ветрах и т. п. Однако ничего подобного не замечается: климат Греции времен Гомера остался неизменным и до настоящего времени; это подтверждают как Нейман и Партч, так и Эгинитис. Особенно доказательны в этом случае э т е з и и, —ветры, которые в Афинах дуют с северо-востока и севера с половины июля до октября; их направление, периодичность, изменение силы и прочие свойства остались точно такими же, какими их описывают Гесиод, Арат, Аристотель и Теофраст. Даже Фраас (C. Fraas), главный сторонник изменения климата Греции, принужден был (1847) признать, что этезии сохранили все свои свойства со времени Гесиода (VIII век до нашей эры). Но если это так, то неизменным должно было остаться и распределение атмосферного давления, обуславливающее этезии, а следовательно, и температура, и осадки. Распределение осадков

¹ Ср. также слова Геродота (V век до нашей эры) при описании страны хорасмиев, гиркан, парфиан, сарангов и фаманаев: «зимою божество ниспосылает им дождь, как и прочим народам, а летом во время посевов проса и сезама они терпят нужду в воде» (III, 117).

² D. Eginitis. Le climat d'Athènes. Ann. observ. nat. d'Athènes, I, 1896, p. 82 и др. На Кипре теперь, как и во времена Теофраста, финиковая пальма дает плоды не совсем созревающие, но все же годные в пищу.

³ C. Neumann und J. Partsch. Physikalische Geographie von Griechenland. Breslau, 1885, p. 85—89.

по временам года во времена классической древности было такое же, что и теперь¹.

Италия. Т. Фишер² пришел в отношении климата Сицилии к выводу, что хотя он за последние 2 000—3 000 лет в общих чертах не изменился, но все же в сравнении с древними временами стал жарче и суше. Причина—обезлесение Сицилии. Так, Идриси рассказывает о р. Сан-Леонардо (древний Тернас, на северном берегу Сицилии) и о р. Эрминьо (южный берег) как о судоходных реках; также Ибн-Хаукаль, посетивший Палермо в 972—973 годах, говорит о р. Орето как о большой реке. О судоходстве по этим рекам в настоящее время не может быть и речи. Через упомянутую речку Орето в XII столетии был перекинут мост о двенадцати пролетах, тогда как теперь такая ширина является излишней роскошью. Вместе с тем Фишер указывает, что уже в древности Сицилия страдала от маловодья: доказательством могут служить цистерны и остатки оросительных сооружений, находимые не только в греческих, но и в древних сикилийских поселениях. Кроме того, упоминаемые еще в древности источники в Сиракузах, Катании, Джирдженти существуют по сие время, а Conco d'oro у Палермо есть одно из самых богатых водою мест в южной Европе. Из сопоставления этих данных Фишер приходит (l. c., p. 166) к противоречивому результату: с одной стороны, климат не изменился, а с другой—он стал более сухим. Проще объяснить дело, если мы к указанию арабов на былую «судоходность» рек Сицилии отнесемся критически; возможно, что прежде, когда Сицилия была богаче лесом, сток воды в эти речки был равномернее в течение всего года и доступ для лодок был свободнее.

В другой работе (1879) Т. Фишер³ высказывался более решительно в пользу изменения климата средиземноморских стран, особенно к югу от 34° с. ш. При этом он указывал на некогда цветущее состояние Пальмиры и Петры, от которых теперь остались одни развалины, на пустыню et Tih на Синае, где некогда, согласно Библии, кочевали евреи, на исчезновение больших млекопитающих на севере Африки и замену их верблюдами и так далее. Последнее относится к найденным в Марокко на скалах грубым изображениям слонов, носорогов, жирафов, более не живущих в этих местах. Однако эти изображения высечены не в историческую эпоху, а в нижнеолитическую, когда с достаточной степенью вероятности можно принять для северной Африки более влажный климат⁴. Справедливость последнего соображения признал впоследствии сам Фишер⁵.

Соображения Фишера (1879) опровергает в отношении Италии Ольк⁶, пользуясь данными Колумеллы, Плиния, Катона и Варрона относительно времени цветения и созревания плодов культурных растений.

А. Филиппсон⁷ вполне разделяет взгляды Партча на климат средиземноморских стран: общий характер климата не изменился за историче-

¹ D. Eginitis. Le climat de l'Attique. Annales de Géographie, XVII, 1908, p. 429—432.

² Th. Fischer. Beiträge zur physischen Geographie der Mittelmeerländer, besonders Siciliens. Leipzig, 1887, p. 164—166.

³ Th. Fischer. Peterm. Mittheil., Ergän.-Heft, № 58, 1879, p. 41—46.

⁴ См. M. Heurnes. Der diluviale Mensch in Europa. Braunschweig, 1903, p. 207—208.

⁵ Th. Fischer. Peterm. Mitt., 1904, p. 176: «Я с несомненностью установил, что юго-западная часть Марокко раньше была гораздо богаче водою, но это время относится к плейстоценовой эпохе».

⁶ N. Olck. Neue Jahrbuch. f. Philologie, Bd. 135, 1887, p. 465—475.

⁷ А. Филиппсон. Средиземье. Пер. со 2-го нем. изд. под редакцией Д. Н. Анучина. Прилож. к «Землеведению» за 1910 г., стр. 144—147, 161.

скую эпоху; правда, местами заметно, как думает Филиппсон, уменьшение водоносности рек, ручьев, родников и источников со времен древности, но Филиппсон склонен объяснять это двумя причинами: во-первых, смывом почвы; прогрессивный же смыв почвы, в свою очередь, является следствием упадка культуры в средиземноморских странах и обезлесения склонов; где расчищенные из-под леса участки поступают немедленно под земледельческую культуру, там еще возможно охранять почву от смыва: покров злаков является до некоторой степени защитой, а кроме того, земледельцы устраивают на полях и террасах долин каменные ограды, задерживающие дождевые потоки. Но если наступает эпоха упадка—а это происходило неоднократно для различных мест по берегам Средиземного моря,—если поля остаются по годам невозделанными, то на них исчезает почва и часто—бесследно. А между тем в странах с климатом берегов Средиземного моря почвообразование идет очень медленно. Таким образом, здесь всякий регресс культуры ведет за собой непоправимую убыль почвы¹. Естественно, что при таких условиях испарение грунтовой влаги становится значительнее. Далее Филиппсон как на причину уменьшения водоносности рек, родников и пр. указывает на обезлесение берегов Средиземного моря. Эта причина тоже имеет свое значение. Так как по берегам Средиземного моря леса растут главным образом в горных и вообще пересеченных местах, то здесь в результате обезлесения наступает иссушение почвы и грунта. Затем, конечно, горные леса являются прекрасными закрепителями почвы, предохраняющими ее еще лучше травяной растительности от смывания².

Принимая таким образом постоянство климата средиземноморских стран в историческую эпоху, Филиппсон склонен, однако, допустить некоторое исключение для стран, пограничных с Сирийской пустыней: «в пустынях Тих (Tih) и Синайской, где израильтяне странствовали, по преданию, в течение десятилетий, ныне едва ли бы хватило воды на 4 000 арабов»³. Но на это возражение, как мы увидим ниже, ответить весьма легко: евреев, вышедших с Моисеем из Египта, было не более 4—5 тысяч человек. Далее Филиппсон указывает на то, что на местах некогда цветущих больших городов, каковы Пальмира, Петра и другие, теперь воды едва ли достаточно на то, чтобы напоить караван, но сам же оговаривается: «впрочем грандиозные водопроводы близ развалин древних городов указывают на то, что даже во времена процветания последних вблизи их не было достаточно влаги, но что ее приходилось проводить издалека».

Синай и Палестина. Известный египтолог Флиндерс Питри, посетивший Синай в 1905 году (?), говорит относительно климата этого полуострова следующее: необыкновенно отчетливая сохранность изображений, высеченных египтянами на песчаных Синае за 5 000 лет до нашей эры, показывает, что за весь истекший 7 000-летний промежуток времени здесь не могло быть много больше дождя чем теперь; во многих случаях за этот промежуток не был денудирован даже тончайший поверхностный слой песчаника. Далее, на урочище Maghareh (южнее плоскогорья Tih) имеется древне-египетский колодезь, выдолбленный в граните на глубину 2,5 м, между тем поблизости в уади Iqneh сейчас имеется довольно обильная подпочвенная влага, питающая отдельные деревья, растущие по дну уади. Очевидно, что прежде воды не было в изобилии, если пришлось устраивать

колодезь в граните притом за две (английских) мили от рудников, лежащих поблизости уади Iqneh.

В Библии мы читаем, что 600 тыс. евреев блуждали по синайской пустыне в течение 30 лет. Указывают (ср. выше Филиппсон и ниже Гёнтингтон), что при нынешних климатических условиях это было бы невозможно: сейчас на Синае находят себе пропитание только 5—7 тыс. бедуинов. Между тем Флиндерс Питри (l. c., p. 207 и сл.) рядом остроумных соображений, на которых мы не можем здесь останавливаться, доказывает, что евреев, выведенных из Египта Моисеем, было не более 5—6 тысяч, т. е. столько же, сколько и сейчас может прокормить Синай.

Если рассмотреть путь евреев по Синаю, сделанный ими в XIII столетии до нашей эры, то окажется, что физические условия пустыни тогда были совершенно такие же, как и теперь. От местности Шур, лежавшей на восточной границе Египта, евреи шли три дня по безводной пустыне; и поныне от Суэза до уади Gharandel три дня пути без воды. Не доходя до этого места, как указывает Библия, есть горькие источники у Мараха (Marah); и поныне в двух часах пути, не доходя до уади Гарандель, есть горькие ключи в уади Хавара (Hawara); в Элиме (Elim) евреи нашли 12 пресных колодцев; между тем сейчас по уади Гарандель, как свидетельствует Фл. Питри, течет речка, и нет надобности рыть колодцы.

В доказательство неизменности климата Синайского полуострова тот же автор приводит (p. VIII) еще следующее соображение: на Синае были медные рудники, принадлежавшие египетскому правительству. Теперь около рудников нет топлива для плавления руды. Что и тогда его не было, доказывается тем, что египтяне перевозили руду довольно далеко, в богатые топливом места, именно на равнину El Markha и уади Gharandel, где и плавили ее.

Таким образом, заключает Фл. Питри, «на Синае, повидимому, нет никаких данных для предположения об изменении климата; то же и для Египта; если и было изменение, то скорее в сторону увеличения, а не уменьшения атмосферных осадков» (p. 206—207).

В статье о климате древней Палестины Гёнтингтон¹ старается доказать, что еще около начала нашей эры и несколько столетий после количество осадков было здесь заметно больше, чем теперь, что тогда количество выпадавшего снега было больше, а дождливый период (зима) длиннее, чем сейчас. Но это—только предположения, для доказательства коих автор не может привести никаких исторических свидетельств. Напротив, Гильдершейд, обстоятельно изучивший осадки Палестины и сравнивший современное состояние этого климатического фактора с данными Библии и Мишны, категорически утверждает, что нет никаких оснований говорить о каком-либо изменении климата Палестины².

В работе, посвященной климату Хеврона, Уот³ доказывает, что Палестина в климатическом отношении несколько не изменилась с библейских времен. В Хевроне, лежащем в 29 км к юго-западу от Иерусалима, на высоте 850 м над уровнем моря, под 31°30' с. ш., выпадает в год около 600 мм

¹ Huntington. Bull. Amer. Geogr. Soc., XL, 1908, p. 543—522, 577—586, 644—652.

² H. Hilderscheid. Die Niederschlagsverhältnisse Palästinas in alter und neuer Zeit. Zeitschr. d. deutsch. Paläst.-Ver., XXV, 1902, p. 4—105 (III Th.: Zur Frage einer Änderung des Klimas von Palästina in geschichtlicher Zeit, p. 97—105).

³ A. Watt. The climate of Hebron (in Syria). Journ. Scott. Meteorol. Soc. (3), XII, 1903, p. 133—152.

¹ Филиппсон. Л. с., стр. 160.

² Ср. об этом у Г. Н. Висоцкого. О гидро-климатическом значении лесов для России. СПб., 1911, стр. 31—32 (также Лесн. журн., 1911).

³ Филиппсон. Л. с., стр. 147.

осадков, причем в течение июня, июля и августа не выпадает ни капли; наиболее же дождливыми являются месяцы с ноября по март. Год разделяется на два сезона — сухой, или лето, и дождливый, или зиму. Сообразно с этим, и Библия не знает весны и осени. Распускание деревьев для древних евреев было началом лета, а не весны, хотя оно падает на нашу весну; дождливый период и зима были синонимами: «вот, зима уже прошла, дождь миновал, перестал» (Песнь песней, II, 11). Летом отсутствие дождя смягчается обильными росами («облако росы во время жатвенного зноя», Исаия, XVIII, 4). Невыпадение осенних и весенних дождей считается теперь, как и в библейские времена, за несчастье для земледельца: искусственным орошением тогда, как и теперь, не пользовались. Характер ветров остался тот же: северный холодный, южный теплый, восточный сухой и западный влажный: «когда вы видите облако, поднимающееся с запада, тотчас говорите: дождь будет, и бывает так; и когда дует южный ветер, говорите: зной будет, и бывает» (Еванг. от Луки, XII, 54—55). Падение сельскохозяйственной культуры и тогдашняя общая запущенность Палестины обязаны, по мнению упомянутого автора, не изменению климата, а плохой политике турок.

В качестве доказательства своего мнения об усыхании Гёнтингтон приводит следующие соображения:

1) прежний путь сообщения Палестины с Египтом через Синай ныне заброшен вследствие иссыхания страны и связанного с этим исчезновения колодцев и растительности, а между тем этим путем шли когда-то армии ассирийцев и египтян.

Соображение это не убедительное. Колодцы могли исчезнуть потому, что за ними перестали смотреть и расчищать их. Далее, что касается переходов армий через пустыни, то походы Александра Македонского по пустыням Персии показали, что такие переходы возможны, а в 1873 году русские войска прошли через Кызылкумы к Хиве, — дело гораздо более трудное для современных армий чем для ассирийских или египетских. Так что, если бы понадобилось, то, несомненно, и теперь армия могла бы пересечь Синай, как это практикуется и по настоящее время большими караванами. Таким образом, этот путь нельзя считать непроходимым, а с другой стороны, им не пользуются потому, что гораздо легче путь морем.

Вообще старые пути сообщения сплошь и рядом забрасываются и выбираются новые — вследствие политических и экономических причин и совершенно независимо от предполагаемых изменений климата. Сам Гёнтингтон приводит (р. 586), например, мнение, по которому значение большого торгового центра Петры пало в I столетии нашей эры вследствие установления нового пути из Myos Hormos (на Красном море под 27° с. ш.) к Coptos на верхнем Ниле (под 26° с. ш.).

Что касается библейских преданий о скитаниях евреев по Синайской пустыне, то о них сказано выше (стр. 79);

2) нахождение развалин некогда богатых городов в таких местах, где сейчас расстилается пустыня. Особенно автор останавливается на остатках знаменитой Пальмиры. Однако и это — довод мало убедительный. Среди развалин Пальмиры имеются акведуки, и весьма вероятно, что посредством таковых собиралось достаточно воды для надобностей города. Вообще древние обладали замечательным умением добывать и проводить воду (ср. выше мнение Филиппсона). Партч доказывает, что климат Пальмиры с древних времен не изменился. Вуд (Rob. Wood), посетивший развалины в 1751 году, находил, что в отношении водоносности район Пальмиры не потерпел изменений. То, что Птоломей (V, 14, 7) подразумевает под именем реки у Пальмиры, на самом деле сильный источник, существу-

ющий и поныне и дающий начало ручью в 30 см глубиной и 0,5—1 м шириной. Всего теперь в Пальмире два источника, как и в древности, о чем можно судить по надписи, относящейся к 137 году нашей эры (р. 14). Водоснабжение Пальмиры всегда было скудным, и с караванов за воду брали деньги¹.

Гёнтингтон указывает, что население в Палестине некогда было гораздо гуще чем теперь и склонен приписывать это обстоятельство изменению климата. Мы уже отметили выше несостоятельность этого довода. Здесь прибавим, что сообщение Иосифа Флавия, будто в Иерусалиме во время осады погибло 1 110 тыс. народу, явно неправдоподобно. По данным авторитетов в этом вопросе, осаждающая армия римлян насчитывала не более 30 тыс. солдат, население же осажденного Иерусалима состояло не более чем из 30—70 тыс. человек (цитаты см. Gregory, p. 155).

Египет. Знатоки современного Египта и авторитетные исследователи древнего — Пичман, Флиндерс Питри, Эрман² — не могли найти никакой существенной разницы между климатом Египта, какой господствовал в древнейшие исторические времена, и современным. Разливы Нила и связанные с этим приемы земледельческой культуры в древнем Египте были совершенно тождественны с нынешними; дождь тогда, как и теперь, не имел никакого практического значения³. Правда, в те времена еще не вся свободная земля была использована под культуру, в дельте Нила были обширные тростниковые болота, куда отправляли на пастбище скот; теперь эти болота превращены в поля. Но это — дело человеческих рук, а не климата.

Флиндерс Питри говорит, что, насколько можно проследить по литературным данным, климат Египта не изменился в течение последних 2 000 лет, а сведения, доставляемые египетскими древностями, подтверждают неизменность климата вплоть до 4 династии (3 998—3 721 до нашей эры), т. е. за последние 6 000 лет; что же касается периода доисторического, то обстоятельства тогда, надо полагать, были другие⁴.

Неизменность климата Египта со времени классической древности вполне убедительными цитатами из древних авторов доказывает Пичман⁵. Цитатель, спутник Рольфа по экспедиции в Ливийскую пустыню, считает неправдоподобным, чтобы благоприятные (в смысле влажности) условия ледникового периода чувствовались в Египте вплоть до начала исторического времени⁶. Мнения о неизменности климата Египта держатся Швейнфурт, Флойер, Эрман (l. c.), Партч⁷, Юм⁸, Лейтер (l. c.), Килинг⁹.

Вальтер¹⁰ поддерживал взгляд, что пустынный климат в Египте

¹ J. Partsch. Palmyra, eine historisch-klimatische Studie. Berichte über die Verhandl. der Sächs. Akad. d. Wiss. in Leipzig, phil.-hist. Kl., Bd. 74, 1922, 1 Heft, p. 4—17.

² A. Erman. Aegypten und ägyptisches Leben im Altertum. Leipzig, I, 1885, p. 27.

³ Erman, там же, II, p. 567 и сл.

⁴ W. M. Flinders Petrie. A history of Egypt. I, 4-th. ed., L., 1899, p. 1.

⁵ R. Pietschmann v. Pauly-Wissowa. Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft, I, 1894, p. 987.

⁶ K. Zittel. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der libyschen Wüste. «Palaeontographica», XXX, Th. 1, 1883, p. XL, XLII. В противность мнению, которое высказал O. Fraas. Aus dem Orient. Geolog. Beobachtungen, I, Stuttgart, 1867, p. 213—216 (цит. по Циттелю).

⁷ J. Partsch. Aegyptens Bedeutung für die Erdkunde. Leipzig, 1903, p. 17, 36.

⁸ W. Hume. Climatic changes in Egypt during post-glacial times. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 424—422.

⁹ Keeling. Geogr. Journ., XXXIV, 1909, p. 212—213.

¹⁰ J. Walther. Denudation in der Wüste. Abhandl. math.-phys. Kl. k. Sächs. Gesell. Wiss., XVI, № 3, 1891, p. 537—547.

господствовал еще в плейстоцене и даже в третичное время. Новейший исследователь геологии Египта Бланкенгорн считает это неверным: в плиоцене и в ледниковое время климат Египта был влажным, для конца верхнего плиоцена и начала ледникового времени упомянутый автор принимает особый пльовиальный период; тем не менее и он признает, что в историческую эпоху (за последние 4 000 лет) климат Египта не изменился¹. В последующей работе (1910) тот же автор указывает, что в Египте, Сирии и Палестине климат в общих чертах остается постоянным и подобным нынешнему со времени окончания пльовиального периода; конец же последнего Бланкенгорн относит к началу межледниковой эпохи рисс-вюрм².

В работе 1921 года Бланкенгорн различает в Египте, Сирии и Палестине следующую последовательность климатов в четвертичное время³:

Г ю н ц и м и н д е л ь. «Большое пльовиальное (дождливое) время». Климат влажный. Разгар пльовиала в миндельское время.

М и н д е л ь-р и с с к о е м е ж л е д н и к о в ь е. Сухая эпоха, климат пустынный.

Р и с с к о е о л е д е н е н и е. «Малое пльовиальное время».

От рисс-вюрмского межледникового (moustérien западной Европы) и до современности. Сухой пустынный (а на севере полупустынный) климат, подобный современному, прерываемый коротким более влажным временем, соответствующим вюрмскому оледенению.

Гётингтон, ссылаясь на доводы Фрааса, утверждает, будто процветание наук в Александрии не мыслимо было при таком сухом климате, какой наблюдается там сейчас⁴. Станный довод! Как будто для процветания наук непременно нужен влажный климат! Но сухость климата Египта настолько бросалась в глаза самим древним, что они склонны были преувеличивать ее. Некоторые (Геродот, II, 13—14, и другие) утверждали, что в Египте вовсе не идет дождя, другие (Плиний, II, 135)—будто вследствие жары не бывает гроз⁵, тогда как на самом деле дождь шел в дельте и даже в Сиене. Есть упоминания о снеге, граде, туманах. Очевидно, осадки хотя бывали в Египте, но так редко, что заслуживали специального упоминания⁶. Геродот (III, 10) передает, что завоеванию Египта Камбисом предшествовало «величайшее чудо: в египетских Фивах шел дождь, хотя ни прежде, ни после до моего времени Фивы никогда дождем не орошались, как говорят сами фивяне; вообще

¹ M. Blanckenhorn. Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens. IV. Pliocän und Quartär. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell., LIII, 1901, p. 453—457.— Палеолитический человек жил в Египте в богатую осадками эпоху, соответствующую среднему и верхнему дильвию (l. c., p. 449). В Сирии вместе с палеолитическими орудиями найдены остатки Cervus elaphus, Alces alces, Bison priscus, Rhinoceros tichorhinus и других, так что влажность климата в ледниковую эпоху здесь, а следовательно, и в Египте, не может подлежать сомнению. О том, что на севере Африки в древне-неолитическую эпоху господствовал более влажный климат см. у M. H o e r n e s. Der diluviale Mensch in Europa. Braunschweig, 1903, p. 207—208.

² M. Blanckenhorn. Das Klima der Quartärperiode in Syrien, Palästina und Aegypten. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 427.

³ M. Blanckenhorn. Aegypten. Handbuch der regionalen Geologie, Bd. VII, Abteil. 9, Heidelberg, 1921, p. 171, 179 (ср. также p. 151—152).

⁴ Pulse of Asia, p. 368.

⁵ В марте 1905 года от одной из пирамид в Гизе ударом молнии откололо большой камень. Meteor. Zeitschrift, 1905, p. 286.

⁶ A. Wiedemann. Herodots zweites Buch mit sachlichen Erläuterungen. Leipzig, 1890, p. 107. Много цитат древних авторов относительно бездождия сев. Африки приводит Leiter, 1909, p. 84—87.

в верхнем Египте дождь не идет вовсе да и в то время в Фивах выпали лишь капли дождя» (Фивы находились на Ниле, приблизительно под 26° с. ш.). Затем Геродот (IV, 185) сообщает, что в северной Африке местами для постройки домов употребляют каменную соль, и отсюда делает заключение, что дождь там идет редко. О том же для областей у Малого Сирта и у Пелузии рассказывает Плиний.

У Каира в 1905 году был мороз в — 4° С, а всего за время с 1880 по 1908 год было три мороза. В древности тоже, хотя не часто, отмечены морозы: так, в зимы 829 и 1010 годов по Нилу у Каира шел лед¹.

В древнем Египте верблюд был мало известен (вплоть до времен греческого владычества²), но ставить в связь введение верблюда с климатическими изменениями, как это делает Т. Фишер, очевидно нет никаких оснований, тем более, что о верблюде, хотя и редко, но все же упоминают египетские историки: Голенищев³ нашел в уади Хаммамат высеченную в скале надпись, где наряду с страусом, антилопой, бараном и быком изображен также верблюд. Надпись эта относится к эпохе XI династии⁴.

Северо-западная Африка (кроме Египта). Относительно соляного озера Шотт-эль-Джерид в Тунисе (Iacus Tritonis древних) предполагали, что уровень его в V или в IV веке до нашей эры стоял гораздо выше, тогда как теперь в течение 9 месяцев оно стоит совершенно сухим. Однако положение древних городов Thusuros и Nepta показывает, что уровень озера не мог в те времена стоять выше; кроме того, в эпоху императоров оба города были соединены дорогой, которая пересекала котловину озера поперек, причем посреди дороги был выкопан колодезь. Очевидно, и в то время озеро большую часть года было сухим, и только в дождливое время, и то не всегда, сообщение временами прекращалось⁵. Такого же мнения держится и Филиппсон⁶. Затем и Т. Фишер признал, что Тунис в древности отличался скудостью осадков и что тогда вряд ли выпадало дождя больше чем теперь⁷. Прекрасная работа Лейтера⁸ доказывает то же для всей северной Африки.

О реках северного берега Африки Диодор сообщает, что они зимою наполнены водою, а летом иссякают⁹. Относительно Меджерды из данных Полибия видно, что эта река и в те времена не отличалась глубиной, так как близ устьев ее можно было перейти в брод¹⁰. Описывая реки, впадающие в шотты восточного Атласа, Павзаний говорит: «ни у эфиопов, ни у назмонов нет в их стране рек; правда, воды Атласа дают начало трем ручьям, но ни один из них не становится рекой, потому что вода их тотчас теряется в песке»¹¹. Данные о высоте разливов Нила, какие сообщают древние, вполне совпадают с нынешними¹².

¹ Geogr. Journ., XXXIV, 1909, p. 213.

² В Библии, впрочем, упоминается о верблюде в Египте (Бытие, XII—во времена Авраама; Исход, IX, 3—во времена Моисея).

³ В. Голенищев. Поездка в Уади Хаммамат. Зап. Вост. отд. Русск. арх. общ., II (1887), 1888, стр. 76—77.

⁴ О верблюде в древнем Египте ср. также у Leiter. Abhandl. geogr. Gesell. Wien, III, № 1, 1909, p. 120—123.

⁵ Partsch. Ueber den Nachweis einer Klimaänderung der Mittelmeerländer in geschichtlicher Zeit. Verhandl. VIII Geographentages, Berlin, 1889, p. 123, 124.

⁶ Philippson. Das Mittelmeergebiet. Leipzig, 1904, p. 134.

⁷ Th. Fischer. Peterm. Mitteil., 1904, p. 476.

⁸ H. Leiter. Abhandl. geogr. Gesell. Wien, VIII, № 4, 1909.

⁹ Leiter, p. 88. Здесь же см. ссылки на Посидония, Плиния, Лукана, Сенеку.

¹⁰ Там же, p. 92.

¹¹ Там же, p. 93.

¹² Там же, p. 95—100. См. также Partsch. Peterm. Mitteil., 1910, № 6, p. 316.

Григори утверждает, что нет ни малейших доказательств в пользу изменения водоносности Киренаики со времени начала колонизации ее греками в VII веке до нашей эры¹.

Зоогеограф Кобельт приходит к выводу, что Сахара с давних времен представляет непреодолимую преграду для распространения южных животных и растений к северу, образуя таким образом южную границу палеарктической области. Климат северной Африки за историческую эпоху не претерпел никаких изменений². Ширмер (Schirmer. Le Sahara, 1893, p. 120—138) отрицает прогрессивное высыхание Сахары за историческое время.

По южной окраине Сахары, к югу от гор Аир, за последние 50—60 лет, наблюдалось сокращение площади древесной и кустарниковой растительности, обязанное усиленному расширению запашек. Но после войны 1914—1918 годов население здесь уменьшилось, и соответственно сократилось поголовье рогатого скота. В результате—пустыня начала отступать, а древесная растительность занимать ее место³.

В 1937 году была учреждена англо-французская комиссия для разрешения вопроса, не страдают ли леса северной Нигерии от наступания пустыни и нет ли угрозы высыхания страны. Комиссия пришла к единодушному заключению, что при современных климатических условиях нет никакой непосредственной опасности усыхания. Если в настоящее время происходит сокращение лесной площади, то оно почти целиком обязано усиленному расширению земледелия и связанной с этим вырубке лесов. Нигде не наблюдалось наступления песков Сахары на северную Нигерию. За малыми исключениями, все здешние пески закреплены древесной и травянистой растительностью. «Пески эти четвертичного возраста, и рельеф их в настоящее время испытывает изменения только от водной эрозии». Подвижные пески образуются исключительно в результате сельскохозяйственной обработки земли, от выпаса скота или же по близости населенных пунктов вследствие разрушения почвы транспортом⁴.

Знаток Судана Шюдо говорит по поводу этой страны следующее⁵. Если почитать большинство сочинений, писанных о Судане, то можно вынести впечатление, что за несколько столетий Сахара быстро распространяется к югу. Но факты, на которые при этом ссылаются, имеют другое объяснение. Гуре (к западу от озера Чад) во времена Барта (1850) славилось многолюдством (9 тыс. жителей) и изобилием воды, а в 1905 году здесь было всего 600 жителей, терпевших, к тому же, недостаток в воде. Но падение или полное оставление поселений не может служить, говорит Шюдо, в пользу изменений климата: частью здесь причиной климатические колебания малого периода, частью дело объясняется тем, что исчезнувшие поселения были не чем иным, как остановочными пунктами для караванов. Изменение торговых путей, не стоящее ни в какой связи с изменениями климата, заставляет покидать одни населенные пункты и основывать новые. Наконец, исчезновение деревень, которых во время расцвета владычества songai было не мало к востоку от Гао (на Нигере), объясняется нашествием наступательного народа туарегов. О прогрессивном высы-

нии озера Чад говорить не приходится: здесь наблюдаются колебания в ту и другую сторону. Наконец, Шюдо указывает, что вообще в Судане современная эпоха является более влажной чем предшествовавшая¹, на что мы уже ссылались выше.

Подобным образом и Фалконер (J. D. Falconer) в своей книге «The geology and geography of Northern Nigeria» приходит к выводу, что центральный Судан в настоящее время пользуется более влажным климатом чем в доисторическую эпоху².

Относительно высыхания Африки вообще существует много рассуждений, фактических же подтверждений мы нигде не находим. Мнение о прогрессивном высыхании южной Африки поддерживал Пассарге³; по его соображениям, 6 000—7 000 лет назад пустыня Калахари отличалась гораздо более влажным климатом. Однако в отношении Калахари справедливо все то, что сказано выше о Туркестане. Далее, известный знаток флоры и климата южной Африки Марлот утверждает (1908), что за последние 60 лет количество дождей в южной Африке не изменилось⁴. Правда, нельзя отрицать, что условия сохранения влаги прежде были благоприятнее чем теперь; уменьшение водных запасов страны Марлот сводит к трем причинам: 1) истреблению лесов, что для этой гористой или вообще сильно пересеченной местности может иметь важное значение, 2) выжиганию травы, кустарников и деревьев на пастбищах (veld), 3) содержанию слишком больших стад скота внутри страны: скот, утаптывая почву, создает условия для лучшего и более быстрого дренажа атмосферных вод (здесь иногда до 90% годового количества осадков выпадает в течение 5—10 дней в виде ливней).

Равным образом Роджерс не находит подтверждений для защищаемой Пассарге теории прогрессивного высыхания южной Африки⁵.

Европейская часть СССР. В предыдущем нам неоднократно приходилось уже касаться вопроса о предполагаемом усыхании европейской части СССР, причем было выяснено, что сокращения болот, понижения уровня озер, обмеления рек на указанной территории как естественного процесса, связанного с изменениями климата, не происходит⁶.

Напротив того, из данных о надвигании леса на степь можно даже с известной вероятностью сделать заключение о том, что климат европейской России в течение исторической эпохи сделался влажнее. Здесь мы приведем лишь некоторые дополнительные, относящиеся сюда факты.

Еще в 1857 году К. С. Веселовский в своей работе «О климате России» посвятил целую главу вопросу, «изменился ли климат России в исторические времена» (стр. 385—408). Путем подробного сравнения показаний Геродота, Овидия, Страбона, Плиния и других с современными данными автор приходит к выводу, что изменения климата не наблюдается. Затем Веселовский рассматривает данные о вскрытии Западной Двины за 210 лет, Невы за 130 лет, Северной Двины за 120 лет, Днепра у Киева за 70 лет и о температуре Петербурга за 109 лет и отсюда извлекает то же

¹ R. Chudeau. L. c., p. 244 и сл.

² Geogr. Journ., 1938, April, p. 356.

³ Passarge. Die Kalahari. Berlin, 1904, гл. XXXVII.

⁴ R. Marloth. Das Kapland, insonderheit das Reich der Kapflora, das Walegebiet und die Karroo, pflanzengeographisch dargestellt. Wiss. Ergebnisse d. deutsch-Tiefsee-Expedition «Valdivia», Bd. II, 3. Teil, Jena, 1908, p. 39.

⁵ A. W. Rogers. Past climates of Cape Colony. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 445—448.

⁶ Противниками теории высыхания Европейской России являются: В. В. Докучаев, Н. А. Соколов, С. Никитин, Танфильев, Оппоков, Боголепов, Воейков и др.

¹ J. W. Gregory. The geology of Cyrenaica. Quart. Journ. Geol. Soc. London, vol. 67, 1911, p. 611—612.

² W. Kobbelt. Studien zur Zoogeographie. I, Wiesbaden, 1897, p. 70 и сл.

³ Geogr. Journ., 1938, April, p. 354 (F. Rodd).

⁴ Там же, p. 355.

⁵ R. Chudeau. Sahara Soudanais. Paris, 1909, Colin, p. 243—244 (Missions au Sahara par Gautier et Chudeau, tome II).

заклучение о неизменности климата. Указывали, что во времена Овидия климат северных берегов Черного моря отличался большей суровостью, зимы были холоднее, снегу выпадало больше и тому подобное. Между тем, по свидетельству Страбона (II, 73; VII, 307), Теофраста и Плиния, на северных берегах Черного моря и в Крыму (между прочим, в Пантикапее, т. е. близ Керчи) вызревал виноград; следовательно, зимы не могли быть холоднее чем теперь, так как эти места лежат не очень далеко от северной границы винограда¹. С другой стороны, в Пантикапее, как и теперь, попытки насадить лавры и мирты оканчивались неудачей (Плиний, XVI, 137).

На основании изучения русских летописей, начиная с XI столетия, М. Боголепов мог отметить для Европейской России лишь колебания климата продолжительностью в несколько десятков лет, но отнюдь не прогрессивное высыхание².

Колебания уровня Каспийского моря служат, по мнению Гентингтона, доказательством его «пульсационной» теории усыхания³. При этом для древнейших времен, примерно 500 лет до нашей эры, он принимает высоту уровня Каспийского моря на 41 м выше современного уровня. В настоящее время мы знаем, что отложения с *Cardium edule*, и ныне живущим в Каспийском море, на берегах Каспия встречаются не выше 5 м над современным уровнем его⁴. Нет решительно никаких оснований предполагать, чтобы во времена греков уровень Каспийского моря стоял выше чем теперь.

В ксеротермическое время уровень Ильменя стоял на 2—3 м ниже современного, о чем можно судить по нахождению остатков доисторического человека на этом уровне, по остаткам древесных стволов в торфяниках на левом берегу р. Полисти (на глубине свыше 1 м), по погребенным подзолистым почвам («поддубицы») в дельтах Ловати и Мсты (устное сообщение Н. Н. Соколова).

Америка. В работе, помещенной в *Monthly Weather Review* (1908), Гентингтон приходит к выводу, что высыхание замечается не только в Старом свете, но и в Новом, где доказательства имеются для области Б. Солиного озера (развалины Zuni), для Мексики (г. Мексико и озеро Тескуко). Перу, Чили, Аргентины, Боливии⁵.

Напротив, Алден утверждает, что за последние 500 лет климат Северной Америки остается более или менее постоянным, а если и замечается изменение, то в сторону большей влажности⁶.

Австралия. Время, когда озеро Эйр (Eyre) имело более высокий уровень, относится к ледниковой эпохе. Высыхание центральной Австралии произошло еще до появления человека на этом материке. За историческое время нет оснований принимать увеличение сухости⁷.

¹ К. Веселовский. О климате России. СПб., 1857, стр. 390—393.

² М. Боголепов. «Землеведение», 1907, кн. 3—4, стр. 83.

³ См. Pulse of Asia, p. 349; также Bull. Amer. Geogr. Soc., XXXIX, 1907, p. 581.

⁴ См. в моей работе «Уровень Каспийского моря за историческое время». Проблемы физической географии, I, 1934, стр. 23, 55.

⁵ Того же взгляда об усыхании Южной Америки держатся еще следующие авторы: Moreno. Notes on the anthropogeography of Argentine. Geogr. Journ., XVIII, 1904, p. 574—589.—J. Bowman. Man and climatic change in South America. Geogr. Journ., XXXIII, 1909, p. 267—278.

⁶ W. Alden. Climatic conditions in N. America since the maximum of the latest glaciation. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 359, 363.

⁷ J. W. Gregory. The dead heart of Australia, 1906, p. 151—154 (цит. по Gregory, 1944, p. 305).

П. Маршалл, опираясь на распространение некоторых животных и растений, полагает, что климат Новой Зеландии за последнее время стал влажнее¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Если сравнивать современную эпоху с ледниковой, то мы можем усмотреть почти во всем свете уменьшение материковых вод и атмосферных осадков.

2. Непрерывного усыхания со времени окончания ледниковой эпохи не было: современной эпохе предшествовала эпоха с еще более сухим и более теплым климатом.

3. За историческую эпоху нигде не замечается изменения климата в сторону прогрессивного увеличения средней годовой температуры воздуха или уменьшения атмосферных осадков. Климат (не говоря о колебаниях, имеющих период всего в несколько десятков лет, так называемых брикнеровых периодах) остается или постоянным, или даже замечается некоторая тенденция к изменению в сторону большей влажности.

4. Следовательно, ни о непрерывном усыхании Земли со времени окончания ледниковой эпохи, ни о непрерывном усыхании в течение исторического времени не может быть и речи.

Литература

Alden W. C. Certain geological phenomena indicative of climatic conditions in North America since the maximum of the latest glaciation. «Die Veränderungen des Klimas», 1910, p. 353—364.

Бартольд В. В. Записки Вост. отд. Русск. археол. общ., XVII (1906), стр. 083—097.

Бартольд В. В. Метеор. вестн., 1910, стр. 177.

Берг Л. Высыхает ли Средняя Азия? Изв. Русск. Геогр. общ., XL, 1904, стр. 507—521.

Берг Л. Аральское море. Изв. Турк. отд. Р. Геогр. общ., V, 1908.

Blanskenhorn M. Das Klima der Quartärperiode in Syrien, Palästina und Ägypten. «Die Veränderungen des Klimas», 1910, p. 425—428.

Blanford W. On the nature of deposits of Central Persia. Quart. Journ. Geol. Soc. London, XXIX, 1873, p. 493—503.

Боголепов М. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. «Землеведение», XIV (1907), кн. 3—4 (Москва, 1908), стр. 58—162.

Боголепов М. Колебания климата в Западной Европе с 1000 до 1500 года. «Землеведение», XV, 1908, кн. 2, стр. 41—58.

Brückner Ed. Klimaschwankungen seit 1700. Wien, 1890.

Walther J. Denudation in der Wüste. Abhandl. math.-phys. Kl. k. Sächs. Gesell. Wiss., XVI, № 3, 1891, p. 537—547.

Watt A. The climate of Hebron (in Syria). Journ. Scott. Meteor. Soc. (3), XII, 1903, p. 133—152.

Венюков. О высыхании озер в Азии. VIII съезд русск. естествоиспытателей и врачей. СПб., 1890.

Веселовский К. О климате России. СПб., 1857, изд. Академии наук.

Whitney J. D. The climatic changes of later geological times. Memoirs Mus. Comp. Zoology Harvard Coll., VII, № 2, 1882.

Воейков А. Орошение Закаспийской области с точки зрения географии и климатологии. Изв. Русск. Геогр. общ., т. 44, 1903, стр. 131—160.

Воейков А. Периодичны ли колебания климата и повсеместны ли они на земле? Метеор. вестн., 1909, стр. 125—130, 159—166; 1910, стр. 172—178, 345—352, 371—376.

Гордягин А. Материалы для познания почв и растительности Западной Сибири. Труды Казан. общ. ест., XXXIV, 1900, № 3.

Götz W. Die dauernde Abnahme des fließenden Wassers auf dem Festlande der Erde. Verhandl. VIII Geographentages. Berlin, 1889, p. 126—133.

Götz W. Historische Geographie. Wien, 1904.

¹ P. Marshall. New Zealand and adjacent islands. Handbuch der regionalen Geologie, Bd. VII, 1. Abt., Heft 5, 1911, p. 53.

- G ö t z W. Fortschreitende Aenderung in der Bodendurchfeuchtung. Meteor. Zeitschr., 1906, p. 14—24.
- Gregory J. W. Is the earth drying up? Geogr. Journ., XLIII, 1914, p. 148—172, 293—313; discussion, p. 313—318, 451—459.
- Gsell St. Le climat de l'Afrique du Nord dans l'antiquité. Revue Africaine, 1911, p. 343—410.
- Hann J. Handbuch der Klimatologie. I, 1908, 3. Aufl., p. 345—354.
- Herbette Er. Le problème du dessèchement de l'Asie intérieure. Annales de Géographie, XXIII, 1914, p. 1—30.
- Hildebrandsson H. Sur le prétendu changement du climat européen en temps historique. Nova Acta Soc. Scient. Upsaliensis (4), IV, № 5, 1915, p. 1—31, 4°.
- Hilderscheid H. Die Niederschlagsverhältnisse Palästinas in alter und neuer Zeit. Zeitschr. d. deutsch. Palästina-Ver., XXV, 1902, p. 1—105.
- Г. Е. Грумм-Гржимайло. Рост пустынь и гибель пастбищных угодий и культурных земель в Центральной Азии за исторический период. Изв. Геогр. общ., LXV, вып. 5, 1933, стр. 437—454.
- Humboldt A. Asie centrale. II, 1843, p. 142.
- Hume W. F. Climatic changes in Egypt during post-glacial times. «Die Veränderungen des Klimas», 1910, p. 419—424.
- Huntington E. The basin of Eastern Persia and Sistan (особенно глава «The climate and history», p. 302—315). «Explorations in Turkestan. Expedition of 1903, under R. Pumpelly». Washington. Vol. I, 1905, publ. by Carnegie Inst., 4° (ср. также R. Pumpelly, ibidem, p. 3, 5, 6, 19).
- Huntington E. The rivers of Chinese Turkestan and the desiccation of Asia. Geogr. Journal, XXVIII, 1906, p. 352—367.
- Huntington E. The historic fluctuations of the Caspian Sea. Bull. of the American Geogr. Soc., XXXIX, 1907, p. 577—596.
- Huntington E. The pulse of Asia. A journey in Central Asia illustrating the geographical basis of history. London, 1907, A. Constable, XXI+415 p.
- Huntington E. The climate of ancient Palestine. Bull. Amer. Geogr. Soc., XL, 1908, p. 513—522, 577—586, 641—652.
- Huntington E. The climate of the historic past. Monthly Weather Review, 1908, p. 359—364, 446—450.
- Huntington E. The Libyan oasis of Kharga. Bull. of the American Geogr. Soc., XLII, 1910, p. 641—661.
- Huntington E. The burial of Olympia. Geogr. Journ., XXXVI, 1910, p. 657—675. Прения по этому докладу там же, p. 675—686.
- Huntington E. Palestine and its transformation. Boston and N. Y., 1911, 8°, p. XVII+443.
- Huntington E. The fluctuating climate of North America. Geogr. Journ., XL, 1912, p. 264—280, 392—411.
- Die Klimaveränderungen in Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesell., LXII, 1910, p. 94—304.
- Докучаев В. В. Об обмелении рек в Европейской России. Заседания Петерб. собрания сел. хозяев, № 7, 7 декабря 1876 г., стр. 1—16.
- Докучаев В. Русский чернозем. СПб., 1883, стр. 310.
- Докучаев В. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892 (то же в «Прав. вестн.», 1892). 2-е изд., М., 1936.
- Eckardt W. Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart. Braunschweig, 1909, Vieweg.
- Eckardt W. R. Das Klima der Mittelmeerländer und ihrer Umgebung in Vergangenheit und Gegenwart. «Gaea», 1909, p. 517—524.
- Eginitis D. Le climat d'Athènes. Annales d'observatoire nation. d'Athènes. I, 1896.
- Eginitis D. Le climat de l'Attique. Annales de Géographie, XVII, 1908.
- Ekholm N. On the variations of the climate of the geological and historical past and their causes. Quart. Journ. R. Meteor. Soc., XXVII, 1901.
- Kropotkin P. The desiccation of Eur-Asia. Geogr. Journal, XXIII, 1904, p. 722—734.
- Kropotkin P. On the desiccation of Eurasia and some general aspects of desiccation. Geogr. Journ., XLIII, 1914, p. 451—458.
- Leiter H. Die Frage der Klimaänderungen während geschichtlicher Zeit in Nordafrika. Abhandl. k. k. geograph. Gesell. Wien, VIII, № 1, 1909, p. 1—143.
- Murgoci G. The climate in Rumania and vicinity in the late-Quaternary times. «Die Veränderungen des Klimas», 1910, p. 151—166.
- Мушкетов И. Туркестан. I, СПб., 1886, стр. 19—20, 699, 717. Также: Протоколы и речи VI съезда естествоиспытателей в СПб., 1879, стр. 322—323.

- Neumann C. und Partsch J. Physikalische Geographie von Griechenland mit besonderer Rücksicht auf das Alterthum. Breslau, 1885.
- Никитин С. Н. Труды экспедиции для исследования источников главных рек Европ. России, изд. А. А. Тилло. Исследования гидро-геологического отдела:
- Бассейн Оки. Исследования 1894 г. СПб., 1895.
- Бассейн Днепра. СПб., 1896.
- Бассейн Волги. Исследования 1894—1898 гг. СПб., 1899.
- Бассейн Сызрана. Исследования 1894—1896 гг. СПб., 1898.
- Olcck F. Hat sich das Klima Italiens seit dem Altertum geändert? N. Jahrbücher f. Philologie, Bd. 135, 1877, p. 465—475.
- Опкоков Е. В. Вопрос об обмелении рек в его современном и прошлом состоянии. Сельское хоз. и лесов., СХСХVII, 1900, стр. 633—706.
- Опкоков Е. В. Речные долины Полтавской губ. Часть I, СПб., 1901; часть II, СПб., 1905, изд. Отд. зем. улучш.
- Опкоков Е. В. Режим речного стока в бассейне верхнего Днепра (до г. Киева) и его составных частях. Изд. Отд. зем. улучш. Часть I, СПб., 1904; часть II, СПб., 1914, 4°.
- Опкоков Е. В. О водоносности рек в связи с атмосферными осадками и другими факторами стока. Записки Русск. Геогр. общ. по общ. геогр., XLVII, 1911, стр. 234—286.
- Partsch J. Ueber den Nachweis einer Klimaänderung der Mittelmeerländer in geschichtlicher Zeit. Verhandl. VIII deutschen Geographentages. Berlin, 1889.
- Passarge S. Die Kalahari. Berlin, 1904.
- Passarge S. Das Problem einer Klimaänderung in Südafrika. Globus, Bd. 92, 1907, p. 133.
- Ренк А. und Brückner E. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909, p. 1169.
- Petrie W. M. Flinders. Researches in Sinai. London, 1906, J. Murray.
- Pumpelly R. Ancient Anau and the oasis-world. «Explorations in Turkestan, 1904. Prehistoric civilization of Anau». Washington, 1908, Publ. Carnegie Mus., № 73.
- Rogers A. W. Past climates of Cape Colony. «Die Veränderungen des Klimas». Stockholm, 1910, p. 443—448.
- Соколов Н. А. Гидрогеологические исследования в Херсонской губернии. Труды Геологич. ком., XIV, № 2, 1896.
- Соколов Н. А. К истории причерноморских степей с конца третичного периода. «Почвоведение», 1904, № 3.
- Stenzel A. Die Ausdorrung der Kontinente. Naturwiss. Wochenschrift, N. F., IV, 1905, p. 712—716.
- Танфильев Г. И. Доисторические степи Европейской России. «Землеведение», 1896, кн. 2, стр. 73—92.
- Танфильев Г. И. Пределы лесов в полярной России, по исследованиям в тундре тиманских самоедов. Одесса, 1911, 286 стр. (ср. замечания В. Н. Сукачев в Трудах Юрьев. бот. сада, XIII, 1912, стр. 42—44).
- Томашек W. Zur historischen Topographie von Persien. II. Die Wege durch die persische Wüste. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, phil.-hist. Cl., CVIII, 1885.
- «Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit». Eine Sammlung von Berichten, herausgegeben von dem Exekutivkomitee des 11 internationalen Geologenkongresses. Stockholm, 1910, LVIII+459 pp.
- Philippson A. Das Mittelmeergebiet. Leipzig, 1904. То же по-русски.
- Филиппсон А. Средиземье. Перевод под ред. Д. Н. Анучина. Приложение к «Землеведению» за 1910 г.
- Fischer Th. Beiträge zur physischen Geographie der Mittelmeerländer, besonders Siciliens. Leipzig, 1877.
- Fischer Th. Studien über das Klima der Mittelmeerländer. Peterm. Mitteil., Ergänzh. № 58, 1879.
- Fischer Th. Zur Frage der Klimaänderung im südlichen Mittelmeergebiet und der nördlichen Sahara. Peterm. Mitt., 1883, p. 1.
- Ядринцев Н. М. Поездка по Западной Сибири. Записки Зап.-Сиб. отд. Русск. Геогр. общ., II, 1880.
- Ядринцев Н. М. Уменьшение вод Арало-каспийской низменности в пределах Западной Сибири. Известия Русск. Геогр. общ., 1886.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

УРОВЕНЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ
В АРКТИКЕ¹

Изучая старинные русские плаванья по Ледовитому морю, я убедился в том, что в эпохи, когда условия для судоходства в Арктике были благоприятны, уровень Каспия стоял низко и, наоборот—когда Ледовитое море было загромождено льдами, уровень Каспия поднимался высоко. Вот некоторые относящиеся сюда факты.

В середине XVI века русские совершали частые плаванья из Белого моря на Обь. Уровень Каспийского моря был в это время низкий. Хануей (Hanway, 1754; Берг, 1934, стр. 26) сообщает следующее весьма любопытное известие, которое он получил, вероятно, от Татищева, астраханского губернатора и известного историка, располагавшего многими, ныне утраченными, материалами: «Когда русские впервые начали плавать по Каспийскому морю (после завоевания Астраханского царства), что, как полагают, было около 1556 года, они нашли всего 5 футов глубины в 50 км к югу и юго-востоку от Четырех бугров». В 1925 году против Четырехбугорного острова на фарватере было 6 футов глубины; следовательно, уровень 1556 года был на фут ниже уровня 1925 года, когда, как известно, Каспий стоял очень низко².

В том же 1556 году английский мореплаватель Стивен Барро открыл для западноевропейцев Новую Землю. Русский кормщик Лошак обещал англичанам проводить их с Вайгача на Обь. Из слов Барро явствует, что путь на Обь в середине XVI века был хорошо известен русским мореходам³.

Вестфалец Генрих Штаден, пробывший в Московском государстве с 1564 по 1576 год, пишет: «Из Оби-реки можно проплыть в Америку (и в Татарию)»⁴. Имеется в виду, очевидно, путь на восток. Штаден, долгое время живший на севере в качестве скунщика мехов, получил сведения о Сибири от своего компаньона—сборщика ясака с самоедов (ненцев) Петра Вислоухого, который жил в Пустозерске (на Печоре).

Из свидетельства Христофора Барро мы знаем, что уровень Каспийского моря в 1580 году был низкий—ниже чем в 1925 году (Берг, 1934, стр. 28—29, 54). Вместе с тем мы имеем целый ряд указаний на то, что во второй половине XVI века условия плавания в Сибирском море были весьма благоприятны.

Весьма любопытные сведения мы находим у англичанина Антона Марша, агента английской торговой компании. Он поручал русским промышленникам закупать для него меха в Обском крае. Сохранилось письмо к Маршу, опубликованное Перчасом в 1625 году, написанное в Пустозерске на Печоре 21 февраля 1584 года. В этом письме четверо русских, которые вели торговлю «между Холмогорами и Печорой и далее на восток», сообщали Маршу о путях морем из Северной Двины на Обь. Здесь говорится: «Если ты хочешь, чтобы мы проехали к устью р. Оби морем, то мы должны пройти мимо островов Вайгача, Новой Земли, Земли Матвея». «Землю Матвея», мимо которой следует проходить, очевидно, нужно сопоставить с проливом Маточкин шар. Что это так, явствует из другого документа, связанного с теми же проектами Марша¹. Здесь рассказывается, что Марш «изучил и другой путь (первый путь вдоль берегов Ямала и затем, очевидно, волоком поперек Ямала), северо-восточнее, через Новую Землю и Матюшин шар (Mattuschan Yar) на Обь... Матюшин шар местами имеет сорок верст в ширину, местами—не больше шести». Кроме того, здесь же сообщается, что от «Матюшина шара» до «острова, лежащего у р. Оби», т. е. до острова Белого, пять дней плавания.

Стало быть, русские около 1580 года плавали через Маточкин шар поперек Карского моря на Обь. Этот факт, имеющий для нас громадное значение, показывает, что во второй половине XVI века в Карском море были такие же благоприятные условия для судоходства, как и в 30-х годах XX века.

Мы уже говорили, что в 1580 году уровень Каспия стоял весьма низко: 17 мая этого года Христофор Барро нашел у Четырехбугорного острова, близ устья Волги, глубину в 5,5 фута, т. е. примерно на 0,5 фута меньше, чем в 1925 году, когда уровень был очень низкий (Берг, 1934, стр. 28). Вообще во второй половине XVI века условия для плавания в Арктике были весьма благоприятны, и русские мореходы проникли далеко на восток. Уже в 1582 году англичане просили московское правительство разрешить им торговлю от устьев Северной Двины до устьев Енисея (Берг, 1946).

Агент английской торговой компании Фрэнсис Черри передает в своем донесении, написанном около 1587 года, что «за Обью рекой море теплое»². Эти сведения Черри получил от русских в бытность свою в Пермском крае. Следует прибавить, что Черри прекрасно говорил по-русски и служил толмачом при сношениях между Англией и Москвой. Вот интересующее нас место из книги Перчас: «Фрэнсис Черри, который был переводчиком у царя Ивана Васильевича и ездил (около 1585 года) в Пермю, далеко на востоке России, рассказывает, что он ел осетра, пойманного в Оби. Он говорит также, что в этой местности он неоднократно слышал от русских, которых он считает великими путешественниками, о теплом море, которое находится за Обью в юго-восточном направлении. По-русски они говорят: «За Обу геса моря теплая», что означает, что «за Обью находится теплое море».

Есть сведения, что в 1581 году одно английское судно достигло устьев Оби.

24 августа (3 сентября) 1595 года голландцы у Югорского шара встретились с русскими мореходами, которые им сообщили, что холмогорцы ежегодно ходят морем на реки Обь и Енисей (Берг, 1946а).

Все это свидетельствует о благоприятных условиях, господствовавших в Арктике во второй половине XVI века.

¹ Первоначально напечатано в Изв. Геогр. общ., 1943, вып. 4.

² Глубинами у Четырехбугорного острова можно пользоваться для суждения о колебаниях уровня Каспийского моря (Берг, 1934, стр. 26—28).

³ Английские путешественники, стр. 107—111.

⁴ Текст см. у Алексеева, 1932, стр. 158.

¹ Оба документа в переводе напечатаны у Алексеева, 1932, стр. 186—188.

² Текст см. у Алексеева, 1932, стр. 195.

В начале XVII столетия два голландских корабля встретили свободное от льда море в расстоянии 300 миль на север и восток от мыса Желания, т. е., говорит В. Ю. Визе (1939, стр. 48), были недалеко от Северной Земли. К этому надо прибавить, что зима 1613/14 года в Гудсоновом заливе была необыкновенно мягкой. Уровень Каспийского моря в начале XVII века продолжал быть низким, как и во второй половине XVI века (Берг, 1934, стр. 29). В связи со сказанным надо поставить замечательное плавание, осуществленное русскими промышленниками около 1620 года, когда судно с товарами обогнуло с запада, через пролив Вилькицкого, мыс Челюскина, очевидно направляясь в устье Хатанги. В 1940 году на восточном берегу Таймырского полуострова, именно на островах Фаддея и в заливе Симса, были обнаружены остатки судна, остатки человеческих скелетов, компас, солнечные часы, медные котлы, оловянные тарелки, кресты и другие вещи, а кроме того свыше 3400 русских серебряных монет времен от Василия III до Михаила Федоровича (Долгих, 1944). Очевидно, около 1620 года условия плавания в Арктике были благоприятными.

Работавшая в 1734—1743 годах на северных берегах Сибири Великая северная экспедиция встретила, как известно, с весьма тяжелыми ледовыми условиями. Как раз в 40-х годах XVIII века на Каспии начался продолжительный период высокого стояния уровня. Упомянувший нас Хануей сообщает, что в 1742 или 1743 году у Четырех бугров, близ устьев Волги, было 12 футов глубины, т. е. на 7 футов, или на два с лишним метра, больше чем в 1556 году. Такую же глубину, 12 футов, мы видим у Четырехбугорного острова на карте Вудруфа, составленной в 1745 году для данного места по собственным съемкам 1742—1743 годов (Берг, 1934, стр. 42). Есть целый ряд других свидетельств, подтверждающих, что уровень Каспия в начале 40-х годов XVIII века был высоким как на волжском взморье, так и на иранском побережье.

В 1765—1766 годах В. Я. Чичагов плавал в очень тяжелой ледовой обстановке у западного Шпицбергена. В эти же годы уровень Каспия была очень высокий. Голландские шкиперы, встреченные Чичаговым у Шпицбергена, сообщили ему, что около 1700 года условия плавания у Шпицбергена были гораздо благоприятнее (Берг, 1946, стр. 40).

Это хорошо согласуется с низким уровнем Каспия в начале XVIII века.

С 1919 по 1938 год в Арктике была сравнительно очень высокая температура (гл. I), весьма благоприятствовавшая судоходству, и соответственно уровень Каспия был очень низкий.

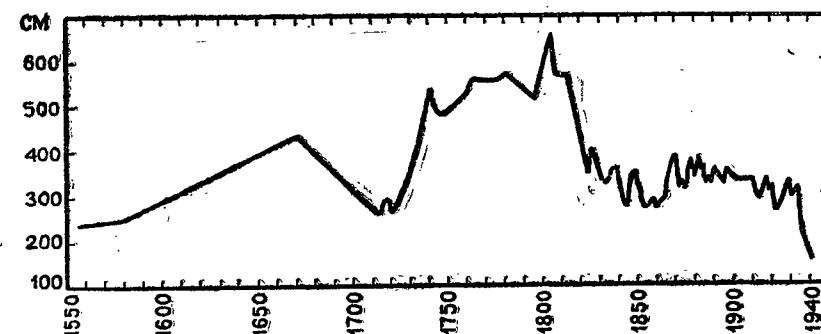
Вышеприведенные, пока еще очень скудные, материалы все же показывают, что во второй половине XVI века, в начале XVII, в начале XVIII и в 20—30-х годах XX века, когда уровень Каспия был низкий, условия плавания в Арктике оказывались благоприятными. И обратно, в 40-х и 60-х годах XVIII века, когда уровень Каспия стоял высоко, в Ледовитом море было много льдов.

Излишне говорить, что условия плавания в данном месте Арктики за отдельный, случайно выбранный год не в состоянии свидетельствовать в пользу общего потепления или охлаждения Арктики: ветры, например, в данном году могут отогнать льды в благоприятном для плавания направлении, откуда, конечно, нельзя вывести заключения об изменении климата в сторону потепления. Однако для наших выводов мы пользовались многочисленными свидетельствами за ряд лет. Поэтому наши выводы для XVI, XVII, XVIII и XX столетий, думается, не могут вызвать возражений.

Конечно, пока мы имеем еще очень мало данных, и наша заметка имеет целью побудить географов к дальнейшему собиранию материалов—особенно об условиях плавания в арктических морях Северной Америки.

Возникает вопрос: чем вызывается такое совпадение между потеплением в Арктике и понижением уровня Каспия?

Еще А. И. Воейков заметил, что положение уровня Каспийского моря зависит преимущественно от величины притока воды через Волгу. Мы зна-



Вековой ход уровня Каспийского моря у г. Баку (из книги Б. Д. Зайкова, 1941).

ем теперь, что около 80% всей речной воды, поступающей в Каспий, дает Волга¹. Волга же получает главную массу воды от таяния снегов, выпадающих в бассейнах верхней Волги и Камы. Эпохам с малым количеством зимних



Многолетний ход годового уровня Каспийского моря у г. Баку и среднего пятилетнего стока р. Волги у Сталинграда (из Б. Д. Зайкова, 1941).

осадков на севере соответствуют эпохи потепления Арктики, благоприятных условий для плавания здесь, а вместе с тем маловодье Волги и, как следствие, низкий уровень Каспия. Средний многолетний годовой слой стока Волги у Сталинграда за 60-летие 1877/78—1936/37 годы составляет 194 мм (по данным Б. Д. Зайкова, 1940, стр. 28). Если мы возьмем 20-летие,

¹ Точнее, за годы 1878—1937 Каспий получал через Волгу в среднем 77,6% от общего прихода воды (Зайков, 1941, стр. 10).

соответствующее периоду потепления Арктики, 1918/19—1937/38 годы¹, то получим сток всего в 182,1 мм, тогда как предыдущее 20-летие, 1898/99—1917/18, даст 191,5 мм. Количество атмосферных осадков, выпадающих в бассейне Камы, за 1919—1938 годы, т. е. за эпоху потепления Арктики, составляло в среднем за год 572 мм, тогда как за предыдущее 20-летие, 1899—1918 годы, оно равнялось 604 мм (цифры взяты у Б. Д. Зайкова, 1940, стр. 37). По данным В. К. Давыдова (1941), испарение с водной поверхности в бассейне Камы за последние годы (начиная с 1920 года) резко повысилось, в связи с чем надо поставить и уменьшение притока воды в Каспий:

Испарение 1904—1919 гг. в среднем за год 348 мм
 » 1920—1935 » » » 370 »

Испарение на северных станциях, каковы Кола и Салехард (низовья Оби), резко увеличилось: в Коле — начиная примерно с 1918 года, в Салехарде — раньше, с 1906 года.

Я уже имел случай указывать, что эпохи, когда уровень Каспия стоит низко, сопровождаются в Европе мягкими зимами, как, например, в годы 1919—1938, и обратно, — когда Каспий стоит высоко, зимы в Европе, в общем, холодные (Берг, 1938, стр. 446). Брикнер (1890) сопоставил данные о высоте уровня Каспийского моря с отклонением от среднего числа дней, свободных от льда на реках России. Получилось такое соотношение:

Годы	Уровень Каспия	Число дней, свободных от льда
1700—1730	низкий	+5,8
1730—1815	высокий	-2,1
1815—1880	низкий	+1,0

Во втором и третьем 10-летиях XVIII века на Каспийском море был такой же низкий уровень, как в настоящее время (Берг, 1934, 1940). Весьма любопытно, что в те же 10-летия, около 1715 года, зимы в Европе были мягкие. Предыдущий максимум тепла в Европе был около 1515 года. К сожалению, мы не знаем, каков был тогда уровень Каспия, но можно предполагать, что он был низким.

Пользуясь полученными относительно Каспия данными, можно попытаться сделать некоторые предположения и относительно давно прошедших времен. Так, на основании неясных сообщений арабского географа Истахри, писавшего между 915 и 921 годами нашей эры, некоторые современные авторы высказывали мнение, что в X веке уровень Каспия стоял примерно на 10—11 м выше чем в настоящее время. Мною было указано (1934, стр. 16—19), что эта цифра невероятна. Теперь можно сослаться еще и на то, что условия судоходства в Арктике были в X веке, судя по плаваниям между Испанией и Гренландией, благоприятны (Pettersson, 1914, p. 9), так что, надо думать, уровень Каспия в X веке был во всяком случае не выше чем в XX.

Итак изучение истории колебаний уровня Каспия за историческое время показывает, что наблюдаемое в XIX и XX веках понижение уровня этого моря есть один из эпизодов, какие за последнюю тысячу лет уже бывали здесь: уровень Каспийского моря понижался, чтобы затем повыситься. За историческое время уровень этого моря никогда не поднимался выше 5 м над уровнем 1925 года.

¹ Б. Д. Зайков любезно сообщил мне данные о стоке р. Волги у Сталинграда за 1937/38 гидрологический год (октябрь—сентябрь): он равен 133 мм (столько же и за 1938/39 год).

Литература

- Алексеев М. П. Сибирь в известиях западно-европейских путешественников и писателей, т. I, XIII—XVII вв., Иркутск, 1932, IX+368 стр.; т. I, ч. II, вторая половина XVII в. Иркутск, 1936, 152 стр.
- Английские путешественники в Московском государстве в XVI в. Перевод с англ. Ю. В. Готье. Л., 1938, 308 стр. (перевод некоторых отчетов из R. Hakluyt. The principall navigations, 1598).
- Берг Л. С. Уровень Каспийского моря за историческое время. Проблемы физической географии, I, 1934, стр. 11—64.
- Берг Л. С. Основы климатологии, Л., 1938, 455 стр.
- Берг Л. С. Первые русские карты Каспийского моря (в связи с вопросом об уровне его в XVII и XVIII вв.). Изв. Академии наук СССР, серия геогр. и геофиз., 1940, стр. 159—178.
- Берг Л. С. Очерки по истории русских географических открытий. Л., 1946, изд. Академии наук СССР, 358 стр.
- Берг Л. С. (1946 а). Открытие Камчатки и экспедиции Беринга. 3-е изд., Л., 1946, изд. Академии наук СССР, 379 стр.
- Brückner Ed. Klimaschwankungen seit 1700. Wien, 1890, VIII+324 pp.
- Визе В. Ю. Моря Советской Арктики. Очерки по истории исследования. Л., 1939, 567 стр., изд. Глав. упр. сев. мор. пути.
- Давыдов В. К. Многолетние колебания испарения в бассейне Волги (рукопись).
- Долгих Б. О. Новые данные о плавании русских северным морским путем в XVII веке. «Проблемы Арктики», II (1943), 1944, стр. 195—226.
- Зайков Б. Д. Многолетние колебания стока р. Волги и уровня Каспийского моря. Труды комиссии по комплексному изучению Каспийского моря, X, 1940, 52 стр.
- Зайков Б. Д. Многолетние колебания стока верхней Камы. Там же, XIII, 1940, 55 стр.
- Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря. «Материалы по водному балансу Каспийского моря». Труды комиссии по изуч. Касп. моря, XII, 1941, стр. 7—17.
- Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня. Л., 1946, 50 стр., изд. Гидрол. инст. (Труды научно-исследов. учрежд. Глав. упр. гидрометеор. службы, сер. IV, гидрология суши, вып. 38). Заклучает новейшие данные, но не могло быть использовано.
- Pettersson O. Climatic variations in historic and pre-historic times. Svenska hydrogr. Kommiss. Skrifter, V, Göteborg, 1914, 28 pp., folio.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

О ЗАСУШЛИВОЙ ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХЕ

Весьма распространено мнение, что со времени окончания последнего оледенения количество осадков вплоть до настоящего момента прогрессивно уменьшается. Взгляд этот, однако, неправилен. Целый ряд фактов все более и более убеждает нас, что за промежуток времени между началом отступления последнего оледенения и современностью была по крайней мере одна эпоха, отличавшаяся климатом более сухим и теплым чем современная¹.

Эту эпоху ботаники называют ксеротермической. Мы же будем обозначать ее как пустынно-степную или засушливую. В это время лесостепь шло на север, по крайней мере, до Ленинградской и Вологодской областей. Соответственным образом сместились к северу и более южные зоны — степная и пустынная.

Если этот взгляд правилен — а мы убеждены в этом, — то, значит, климат исторического времени является более влажным и прохладным чем климат предшествовавшей эпохи.

В пользу существования в послеледниковое время засушливой эпохи говорит целый ряд доказательств. Именно:

1) Наблюдаемое за историческое время перемещение к югу лесной зоны, сказывающееся в наступлении леса на степь. Об этом явлении подробно сказано выше, во II главе.

2) Смена растительных форм, которую, между прочим, можно ясно подметить путем исследования торфяников (см. ниже).

3) Такая же смена животных форм.

4) Изменения в характере почвообразовательных процессов: следы почв более сухой зоны под почвами более влажной зоны. См. об этом ниже, в главе о лёссе.

5) Время образования пустынь. Как подробно показано выше (глава II), современный климат благоприятствует закреплению песков; образование же больших площадей сыпучих песков должно было происходить в предшествующую, более сухую эпоху.

6) Некоторые формы рельефа (см. ниже, стр. 103).

¹ Ср. по этому вопросу Е. М. Лавренко. История флоры и растительности СССР. «Растительность СССР», I, 1938, стр. 267—274. — «Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit». Eine Sammlung von Berichten, herausgegeben von dem Exekutivkomitee des XI internationalen Geologenkongresses. Stockholm, 1940, LVIII+459 pp. — Die Klimaveränderungen in Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesell., LXII, 1940, p. 97—304. — H. Gams und R. Nordhagen. Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Mitteil. geogr. Gesell. München, XVI, № 2, 1923, p. 43—336.

Остановимся на смене растительных и животных форм, какую можно наблюдать в послеледниковое время. Предварительно заметим, что теперь за начало послеледниковой эпохи в Финляндии принимают момент, отстоящий от современности на 10 000 лет, когда край ледника отступил от внутренней морены Сальпаусельке. В приводимой ниже таблице дана последовательность колебаний климата и смен растительности в послеледниковое время — для прибалтийских стран и частью для северной и центральной частей восточной Европы¹ (см. стр. 98).

Из таблицы видно, что в послеледниковое время, примерно 3 000—9 000 лет тому назад, климат восточной Европы был теплее, причем в бореальное и суббореальное время он отличался засушливостью, а в приходящееся на промежуток между ними атлантическое — влажностью.

Следует, впрочем, иметь в виду, что климатическая характеристика названных эпох еще не вполне установлена, и например К. К. Марков² возражает против выделения для прибалтийских стран суббореальной эпохи в самостоятельную фазу; эпоха эта, по его мнению, не была сухой. Напротив, Ю. Д. Клеопов отстаивает существование второй засушливой фазы на территории восточной Европы³.

Как бы то ни было, в нижеследующем приводятся факты, свидетельствующие в пользу того, что в известные отрезки послеледникового времени на севере было теплее и суше чем теперь.

Проследим влияние последней сухой эпохи (ксеротермической) на растительный мир. Причем оговоримся, что разграничить воздействие бореальной сухой эпохи от воздействий суббореальной в настоящее время не представляется возможным⁴.

Пограничный горизонт. В Шуваловском торфянике на Карельском перешейке в толще торфа В. Н. Сукачевым обнаружен так называемый пограничный горизонт, свидетель более сухого климата, когда торф начал разлагаться, болото высохло и стало заселяться древесной растительностью. В пограничном горизонте Шуваловского торфяника найдены большие пни и стволы сосны, которая, судя по всему, росла почти так же хорошо, как теперь на сухих местах. Затем снова наступило увлаж-

¹ Источниками служили: К. К. Марков. Бюлл. Информ. бюро ассоциации по изучению четверт. периода Европы, № 3—4, 1932. — К. К. Марков. Поздние и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздней и послеледниковой истории Балтики. Труды Ком. по изуч. четвертич. периода, IV, вып. 1, 1933, стр. 45—46. — А. М. Жирмунский. Изв. Гл. геолого-развед. упр., 1930, № 6. — В. С. Докторовский. Торфяные болота, 2-е изд. М., 1935, стр. 204—205. — Г. И. Ануфриев. Строение болот Ленинградского района. Труды Торф. инст., IX, М., 1931, стр. 41—125. — И. П. Герасимов и К. К. Марков. Ледниковый период на территории СССР. Труды Инст. геогр. Академии наук СССР, XXXIII, 1939, стр. 15—164. — М. И. Нейштадт. Роль торфяных отложений в восстановлении истории ландшафтов СССР. Проблемы физ. геогр., VIII (1939), 1940, табл. при стр. 52. — Н. Я. Кац. Болота и торфяники. М., 1941, стр. 346—347, 370, 374—376.

² Герасимов и Марков, 1939, стр. 164; 1941, стр. 22—23.

³ Ю. Д. Клеопов. Основные черты развития флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Материалы по истории флоры и растительности СССР, I, Л., 1941, изд. Академии наук СССР, стр. 231—233. Почвенные данные показывают, что в лесостепной Украине было две фазы наступления леса: одна в атлантическое, другая в субатлантическое время; в сухое, суббореальное время леса отступили к северу.

⁴ Е. М. Лавренко (История флоры и растительности СССР, в «Растительность СССР», I, 1938, стр. 288) считает, что первая половина послеледниковой эпохи в европейской части Союза была, повидимому, более сухой, чем вторая, и что именно тогда, в бореальное время, степные растения здесь проникли на север.

7 Климат и жизнь.

Стадии отступания ледника	История Балтийского моря	Абсол. хронология от 1900 года	Смена климата	Характер климата и растительности
Последнеледниковая эпоха	Время Муа	0 —1000	Субатлантический	Климат более холодный и влажный, чем в предыдущую эпоху. Надвигание леса на степь и тундры на тайгу. Проникновение ели в дубовые леса; образование торфяников в лесостепи; распространение торфяников в лесной зоне; образование в водораздельных торфяниках слоя торфа мощностью в 1—3 м. Вымирание водяного ореха. Поднятие уровня воды в озерах.
	Время Limnaea	—2000		
	Литориновое время	—3000	Суббореальный	Климат сухой с малым количеством осадков и теплый. Значительное высыхание торфяников, появление в них «пограничного горизонта», свидетельствующего о заселении болот лесами из сосны и березы, при которых встречаются в пограничном горизонте. Образование дюн на берегах морей, усыхание озер. Бронзовый век в Швеции. Доисторический человек ладожских каналов.
		—4000		
		—5000	Атлантический	Климат умеренный, теплый и влажный, большое распространение дубовых лесов с липой, вязом и орешником. Начало вторичного распространения ели, на западе — бука; далеко на север проникает водяной орех (Trapa). Сильное развитие сфагновых болот.
		—6000		
	2-е Йольдиево время	—7000	Переходный	Климат теплый и сухой. Сосновые леса получают широкое распространение; появляются дуб, липа, вяз, ольха, количество ели падает. Начинают образовываться большие торфяные болота.
		—8000		
		—9000	Бореальный	Климат в общем холодный, но замечается некоторое потепление. В бассейне Невы появляются отдельные пыльцевые зерна широколиственных пород и орешника. Ель на севере пользуется большим распространением. Абсолютный максимум березы.
		—10000		
Позднеледниковая эпоха	Время 2-го ледн. озера	—11000	Субарктический	Климат холодный, много ели. Начало образования торфяников в Московской области.
	1-е Йольдиево время	—12000	Арктический	Климат холодный. Появление зарослей ив, а потом лесов из березы и сосны. В бассейне Невы ленточные глины с арктической флорой (куropаточья трава <i>Dryas octopetala</i> , карликовая береза <i>Betula nana</i> , полярная ива <i>Salix reticulata</i> , водяной лютик <i>Ranunculus aquatilis</i> , многочисленные мхи; пример — Толполовское болото у города Пушкина).
	Время 1-го балтийского ледникового озера	—13000		

нение и, как следствие, нарастание торфа¹. Образование пограничного горизонта относится на конец литоринового времени², или на суббореальную фазу.

Кроме Шуваловского торфяника, пограничный горизонт обнаружен еще в других местах Карельского перешейка, затем — по р. Свири, далее у Лихославля в Калининской области, в Белоруссии, в центральных областях европейской части СССР³, а кроме того в Швеции, в Германии, в Швейцарии⁴.

Отмершие деревья в горах выше современной границы деревьев встречаются нередко, свидетельствуя о некогда более благоприятных климатических условиях, позволявших древесной растительности подниматься в горы выше чем теперь. Хорошая сохранность этих остатков свидетельствует о том, что изменение климата произошло недавно, в историческую эпоху. Приведем несколько примеров.

На Кольском полуострове, в Хибинских горах, сосна в форме сланника доходит на южных склонах до зоны тундры. Но замечательно, что здесь, в зоне сланника, «иногда попадаются старые, давно отмершие, совершенно сухие сосновые стволы, поражающие своими крупными размерами и нормальной формой»⁵.

На северном Урале многие путешественники находили остатки крупных деревьев выше современного предела лесной растительности. Так, Ковальский упоминает об остатках березового леса под широтой 66°40' в местах, где ныне расстилается голая тундра⁶. Е. С. Федоров, исследовавший северный Урал в 1884 и 1885 годах, пишет: «На истоках Малой Вишеры, посреди редкого березняка, на самой границе распространения лесной растительности мы видели лежащими не мало перегнивших деревьев и между прочим один громадный кедр. Такой же громадный сухой кедр был замечен нами и у подножия Молебного камня также посреди редкого березника. Как будто в течение нескольких десятилетий климат в этих местах стал холоднее или по крайней мере менее выносим крупными деревьями»⁷. Надо думать однако, что отмирание деревьев есть дело не последних десятилетий перед посещением Е. С. Федорова, а результат общего понижения температуры в субатлантическую эпоху, понижения, начавшегося примерно 2000 лет тому назад.

Подобная же картина описывается и для Алтая. Ледебур в своем описании путешествия по Алтаю (1830) упоминает о том, что в Ульбинском хребте, на Крестовой горе, современная граница леса располагается на высоте около 1700 м, а сухие деревья идут на 200 м выше. В верховьях Чулышмана, на безлесном Чулышманском плоскогорье (2400 м)

¹ В. Н. Сукачев. О пограничном горизонте торфяников в связи с вопросом о колебании климата в послеледниковое время. «Почвоведение», 1914, № 1—2, стр. 47—75. Здесь же дан обзор литературы по пограничному горизонту в торфяниках Германии и Швеции.

² Сукачев. Л. с., стр. 72—73.

³ М. И. Нейштадт. Проблемы физ. геогр., VIII (1939), 1940, стр. 28 и рис. 13. См. также В. С. Докторовский. Дневн. съезда ботаников, II, 1921, № 4.—Н. Я. Кац. Болота и торфяники. М., 1941, стр. 344—350.

⁴ Gams und Nordhagen, l. c.

⁵ Г. Ануфриев. О болотах Кольского полуострова. Пгр., 1922, стр. 9 (изд. Географ. инст.).

⁶ М. Ковальский. Северный Урал и береговой хребет Пай-Хой. I, СПб., 1853, стр. XXX (наблюдения 1847 и 1848 гг.). «На всем пространстве между Печорой и Уралом, равным образом на восточной стороне Урала до Оби, лес исчезает, не доходя до 67° широты».

⁷ Е. С. Федоров. Сведения о северном Урале. Изв. Геогр. общ., XXII, 1886, стр. 265.

П. Г. Игнатов в 1901 году наблюдал в нескольких местах группы высоких; высохших на корню лиственниц—остатки бывших здесь когда-то рош. Ныне на плато растут заросли полярной березки и других кустарников, и предел лесной растительности лежит много ниже¹.

В хребте Петра Великого, в истоках Хингоба, на высоте 3 600 м Рикмерс встретил мощные отмершие древесные стволы в местах, где теперь арча (*Juniperus*) встречается лишь в виде низких кустарников².

То же явление происходит в Альпах. Э. Брикнер установил здесь во многих местах понижение верхней границы деревьев на 150 м и более, причину чего он видит в общем ухудшении климата³.

Другие данные о флоре и фауне. В Херсонских степях, по Ингульцу, Ингулу, Бугу, Пачоский отмечает ряд реликтовых растений, свойственных полупустыне. Таков, например, терскен (*Eurotia ceratoides*), типичный кустарник полупустыни, распространенный в Азии и на юго-востоке Европы и известный также из Добруджи, Венгрии и восточной Испании. Таковы также карагана *Caragana grandiflora*, *Ferula caspica* и другие. Все это остатки того времени, когда херсонские степи представляли собою полупустыню, подобную современной Калмыцкой. Сухой послеледниковый климат сменился здесь более влажным, современным⁴.

В то засушливое время в полупустынях южной Украины жила фауна, описанная И. П. Хоменко из погребенного торфяника в долине Южного Буга (у с. Троицкого). Здесь, среди остатков многочисленных моллюсков, найдены кости следующих млекопитающих: лошадей восточного типа *Equus khomenkoi* Brauner, быка *Bos primigenius*, благородного оленя *Cervus elaphus*⁵ и верблюда *Camelus bactrianus*. Возраст бугского торфяника Хоменко считает послеледниковым; он совпадает с эпохой отложения верхнего яруса лёсса, с временем между образованием черноморских лиманов и отделением их от моря⁶.

В сухое послеледниковое время лесостепь, возможно, доходило до берегов Финского залива. Об этом можно судить, например, по нахождению лесостепных растений на север до Луги и даже до Невы. Таковы, например, таволга *Filipendula hexapetala*, *Helichrysum arenarium*, зонтичное *Libanotis montana*⁷.

В таежной полосе европейской части Союза во многих местах найдены степные растения, например овсяница *Festuca sulcata*, доходящая на север до Шексны, Мологи и района Луги. На известняках и гипсах по берегам Северной Двины обнаружены степные растения: *Anemone silvestris*, *Astragalus danicus*, *Delphinium elatum*, *Scorzonera austriaca*, *Senecio campester*, *Thalictrum minus*⁸.

¹ П. Г. Игнатов. Изв. Геогр. общ., XXXVIII, 1902, стр. 197.

² Rickmers. Zeitschr. d. deutschen und österreich. Alpenvereins, XLV, Wien, 1914 (не видел).

³ W. K ö r r e n und A. W e g e n e r. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin, 1924, p. 246 (личное сообщение проф. Брикнера).

⁴ И. К. П а ч о с к и й. Описание Херсонской губернии. II. Степи. Херсон, 1917, стр. 325 и сл.

⁵ Заметим, что в Таджикистане, в тугаях по Аму-дарье водится олень из группы благородных (*Cervus elaphus bactrianus*), который иногда встречается и в Кызылкумах, в зарослях саксаула.

⁶ И. П. Х о м е н к о: Геологическое описание торфяника с. Троицкого на р. Ю. Буге. Журнал научно-исслед. кафедр в Одессе, I, № 2, 1923.

⁷ Ю. Д. Ц и н з е р л и н г. Труды Геоморф. инст., IV, 1932, стр. 293.

⁸ Е. М. Л а в р е н к о. История флоры и растительности СССР. «Растительность СССР», I, 1938, стр. 274—272. См. также: Л. С. Б е р г. Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР, I, 1936, стр. 167.

В Московской области по Оке встречаются реликтовые степные растения (например, ковыль), а рядом с ними найден очень редкий степной шмель *Cullumanobombus serrisquama*¹.

Донные отложения (сапропель) пресных Камышловских озер в Зауралье заключают в верхних горизонтах современные пресноводные формы диатомей, а в нижних—наблюдается господство солоноватоводных диатомей, что говорит о прежнем засолении этих озер. Тогдашнюю повышенную концентрацию солей В. С. Шешукова ставит в связь с более сухим и теплым климатом, какой существовал во время отложения нижних горизонтов сапропеля².

Замечательные степные группировки растений по средней Лене, в пределах якутской тайги, представляют собою наследие ксеротермической фазы³. Здесь мы находим ковыли, тонконог *Koeleria gracilis*, овес *Avena schelliana*, незабудку *Myosotis silvatica* и другие. Перечисленные виды (кроме ковылей) проникают далеко на север.

Помимо того, по средней Лене и по Вилюю, в степной обстановке, но также и в лесной, встречается якутский суслик (*Citellus parryi jacutensis*). Близкая форма *C. parryi leucostictus* (или *C. buxtoni*) заходит и в тундру. Черношапочный сурок (*Marmota camtschatica bungei*) приурочен к горной тундре.

В четвертичных отложениях тундры Аляски найдены остатки верблюда *Camelus arcto-americanus*, а на Новосибирских островах череп тигра⁴.

Эти животные, свойственные полупустыням (верблюды) и более южным местам (тигр, впрочем иногда и теперь доходящий до Якутска), проникли далеко на север, очевидно, в ксеротермическое время.

Приведем еще один пример, касающийся беспозвоночных. *Sphingonotus* есть типично пустынный род саранчевых. Много видов его свойственны Средней Азии. *Sphingonotus coeruleus* есть на Зайсане, в Мугоджарах, но в изолированных местонахождениях он идет далеко на север, вплоть до Швеции, свидетельствуя о том, что когда-то сравнительно засушливый климат был и под 60° с. ш.⁵

Альпы. Наконец, приведем некоторые данные о поселениях человека в Альпах (и сопредельных местах), свидетельствующие о более теплом и сухом климате, когда-то господствовавшем здесь.

В эпоху свайных построек уровень альпийских озер стоял ниже чем теперь, и климат был теплее и, очевидно, суше. Так на Женевском озере, по данным Ф. Фореля, свайные постройки каменного века у Морж (Morges) лежат на 0,8—1,6 м ниже среднего современного уровня озера, а свайные постройки бронзового века, ныне расположенные в расстоянии 120 м от берега Женевского озера, находятся на 1—3 м ниже среднего современного уровня озера⁶. Стало быть, озеро с того времени повысило свой уровень.

Также и на Боденском озере уровень в свайное время (от конца каменного века и в гальштатское время) был ниже чем теперь. На берегу Боденского озера известны торфяники, расположенные на 3 м ниже совре-

¹ А. С. С к о р и к о в. Труды Зоол. инст., IV, вып. 1, 1936, стр. 38.

² В. С. Ш е ш у к о в а. К истории водоемов Зауралья. Докл. Академии наук СССР, LI, 1946, № 3, стр. 222.

³ На что указал В. Н. С у к а ч е в в Метеор. вестн., 1922.

⁴ Л. С. Б е р г. Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР, I, 1936, стр. 87, 238.

⁵ Б. П. У в а р о в. Саранчевые Средней Азии. Ташкент, 1927, стр. 34, изд. Узбекстанск. опыт. станции защиты растений.

⁶ G a m s und N o r d h a g e n. L. c., 1923, p. 202.

менного уровня озера; в них обнаружены остатки бронзового века. Во время свайных построек на Боденском озере должна была господствовать более высокая температура воздуха чем теперь; за это говорит нахождение здесь в то время водяного ореха (Тара), преобладание дуба, сильное развитие земледелия. В римскую эпоху, особенно в I веке нашей эры, уровень Боденского озера был не выше чем теперь¹.

Четыре тысячи лет тому назад Вюрмское или Штарнбергское озеро (к юго-западу от Мюнхена), судя по свайным постройкам, стояло по крайней мере на 2 м ниже чем теперь.

К предыдущему прибавим, что начало бронзового века в средней Европе относят к 2000—1500 году до нашей эры².

Все вышеприведенные примеры, затрагивающие различные элементы географического аспекта—климат, рельеф³, почвы, растительность—примеры, число которых можно было бы значительно увеличить, свидетельствуют о том, что нынешней, сравнительно влажной, эпохе предшествовала более сухая и теплая, когда в области тундр росли леса, степь заходила далеко вглубь теперешней лесной зоны, а современные полупустыни имели облик пустынь. Словом, в настоящее время произошло смещение географических зон к югу: тундра в настоящее время надвигается на лесную зону, лес на лесостепь, лесостепь на степь, степь на полупустыню, полупустыня на пустыню.

Вообще можно привести много доказательств в пользу взгляда, что за историческое время произошло изменение климата в сторону большей влажности⁴.

¹ G a m s und Nordhagen. L. c., p. 186—187.

² S. Müller. Urgeschichte Europas. Strassburg, 1905, табл. при стр. 54.

³ См. гл. V.

⁴ Подробности см. в гл. II.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА СО ВРЕМЕНИ ЗАСУШЛИВОЙ ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХИ¹

В работе, касающейся вопроса о формах рельефа в связи с смещениями климатических зон, Пенк высказывает следующие любопытные соображения².

В каждом из современных сухих поясов обоих полушарий, северного и южного, можно отличить полярную и экваториальную границы. Если мы обратим внимание на замкнутые (не имеющие стока) озера, лежащие по экваториальной границе сухого пояса, то окажется, что среди них нередко попадаются озера пресные или слегка солоноватые, а это говорит за то, что здесь раньше были сухие котловины, затем наполнившиеся водою, но еще не успевшие осолониться. Это обстоятельство указывает на изменение климата в сторону большей влажности. Примером подобных озер по экваториальной границе сухого пояса северного полушария является озеро Чад, по экваториальной границе сухого пояса южного полушария—озера Титикака и Поопо³, болото Эгоша (юго-западная Африка).

Напротив, на полярной границе сухого пояса мы встречаем совершенно иное явление: здесь располагаются сильно соленые озера, указывающие на изменение климата в сторону большей сухости. Примерами являются: Большое Соленое озеро в Соединенных Штатах Северной Америки, озера Мертвое, Ван и Урмия в Передней Азии. Таким образом, по экваториальной границе наблюдается изменение климата в сторону большей влажности, а на полярной—в сторону большей сухости. Это явление Пенк объясняет таким образом, что сухой пояс в северном полушарии в настоящую (последледниковую) эпоху испытывает смещение к северу: северная граница его наступает на области с более влажным климатом (отсюда явления высыхания и осолонения озер), а южная—тоже подвигаясь к северу, уступает место для более влажной зоны, лежащей южнее; отсюда—явления заполнения сухих котловин водою и опреснения озер.

Если предыдущие соображения правильны, то отсюда можно заключить, говорит Пенк, что, обратно, в ледниковую эпоху зона сухого климата в северном полушарии испытала смещение к югу, в южном полушарии—

¹ Первоначально напечатано в «Почвоведении», 1913, № 4, стр. 4—26, под заглавием «К вопросу о смещениях климатических зон в последледниковое время».

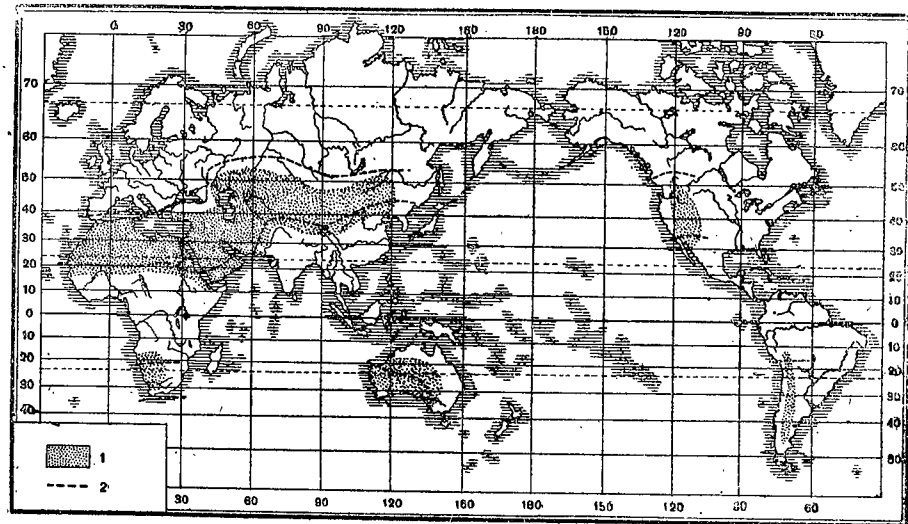
² A. Penck. Die Formen der Landoberfläche und Verschiebungen der Klimagürtel. Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss., Berlin, 1913, p. 77—97.

³ Озеро Титикака, несмотря на проточность, имеет воду солоноватую, хотя и слабо (1%); озеро Поопо, принимающее в себя через р. Десагвадеро воды озера Титикака и не обладающее стоком (т. е. замкнутое), имеет соленость 23,5%.

к северу. Таким образом, в ледниковое время сухая зона не переставала существовать, она была лишь расположена ближе к экватору на 3—5°.

Однако изучение распределения озер в сухой зоне Азии заставляет меня прийти к иному результату. Предварительно приведем два примера, указываемые Пенком.

Относительно южной границы сухой зоны в Северной Америке Пенк говорит¹: на Мексиканском плоскогорье, под 20° с. ш. мы наблюдаем котловины, местами заполненные пресными озерами, имеющими сток к замкнутым озерам с умеренно соленой водой, причем эти соленые озера



Смещение сухой зоны по взглядам Пенка (схематически).
1—современные сухие зоны, 2—предполагаемые границы, какие должны получить сухие зоны в силу совершающихся ныне климатических изменений.

как бы готовы получить сток. Некоторые же озера оказываются проточными, как, например, озеро Чапала (Chapala), соединяющееся с рекой Рио-Гранде-де-Сантьяго. Отсюда Пенк делает вывод, что здесь на продвижение влажной зоны на область, которая ранее была сухой, вызвало заполнение пустых котловин водой.

По южному краю Сахары лежит озеро Чад, имеющее пресную воду. Форма берегов его свидетельствует о том², что озеро занимает котловину, на которой раньше были расположены грядовые пески, вытянутые в направлении с СЗ на ЮВ. «Чад представляет собою озеро, находящееся в стадии образования и лежащее на дне громадной котловины (следуя примеру американских авторов, Пенк называет эту замкнутую котловину bolson), которая только отчасти заполнена водой, причем количество воды в сухие годы уменьшается, в влажные—увеличивается»; мы имеем здесь дело, говорит Пенк, с изменением климата в сторону увлажнения.

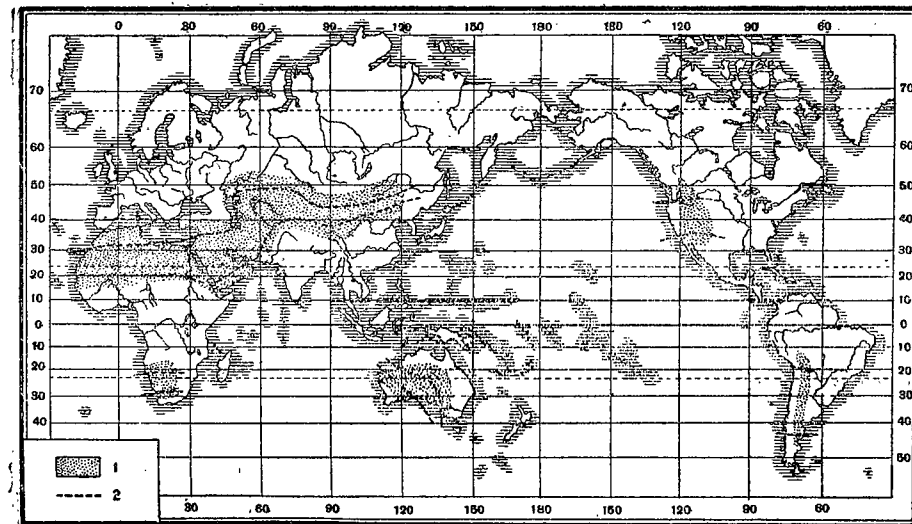
Вполне соглашаясь с этим выводом, как в отношении мексиканского озера, так и в отношении озера Чад, мы должны, однако, указать, что по северной окраине азиатской сухой зоны мы наблюдаем точно такое же явление: и здесь

¹ А. Ренк, I. с., р. 85—86.

² Ренк, I. с., р. 87.

в настоящее время (говоря геологически) на сухую зону надвинулась влажная.

Аналогичным озеру Чад является озеро Чаны, лежащее близ северной окраины сухой зоны Азии, в Барабинской степи, под 55° с. ш. Площадь озера равна около 3 000 кв. км, глубина же до 7 м. Вода этого замкнутого озера пресная, лишь в южных частях слегка солоноватая. Достаточно взглянуть на карту озера, чтобы прийти к выводу, что оно наполняет котловину, сравнительно недавно занятую водою: за это ясно говорит форма берегов озера, изрезанных длинными и узкими вытянутыми



Происходящее в современную эпоху изменение границ сухой зоны по взглядам автора (схематически).

1—современные сухие зоны, 2—предполагаемые границы, какие должны получить сухие зоны в силу совершающихся ныне климатических изменений.

с СВ на ЮЗ полуостровами и заливами; первые представляют собою не что иное, как полузатопленные гривы, вторые—затопленные между-гривные ложбины. Гривами же в Западной Сибири называют весьма характерные для рельефа ее равнин длинные и пологие увалы, тянущиеся обычно с СВ на ЮЗ, имея в длину до многих (10—20) километров, в ширину от нескольких сот метров до 2—2,5 км, а в высоту всего 6—10—15 м над соседними междугривными впадинами. Острова и полуострова Чанов ясно свидетельствуют о том, что это—полузатопленные гривы.

К северо-востоку от озера Чаны, близ линии Сибирской ж. д. находится озеро Убинское. Оно расположено хотя и по близости сухой зоны, но вне ее, уже в влажной зоне, по соседству с громадной болотистой страной, носящей название Васюганья. Однако все говорит за то, что еще не так давно (говоря геологически) котловина Убинского озера лежала в зоне сухого климата. Площадь озера около 600 кв. км, глубина 1—2 м, абсолютная высота поверхности 132 м. При помощи реки Убинки, вытекающей из западной части озера, оно соединяется с системой р. Оми и имеет пресную воду. Но вот что замечательно. На дне озера имеется подводный увал, являющийся продолжением Каргатской гривы, тянущейся по правому берегу р. Каргата (приток озера Чаны)¹. Таким образом

¹ Очерк гидротехнич. работ в районе Сибирской ж. д. СПб., 1907, изд. Отд. зем. улучш. 428 стр.

озеро Убинское несомненно занимает котловину, ранее бывшую сухой. По всем признакам соединение этого озера с системой Иртыша произошло в самое недавнее (геологически) время.

Одним из самых замечательных озер в интересующем нас отношении является Балхаш, обладающий в западной половине совершенно пресной водой: воду его мы в 1903 году употребляли в пищу и для питья в течение полутора летних месяцев пребывания там, а образцы ее, посланные для анализа в Христианию (Осло), в химическую лабораторию при международной комиссии для изучения морей, оказались совершенно пресными. Для объяснения этого «географического парадокса» мною еще в 1904 году высказано предположение, что «Балхаш в его теперешнем виде есть сравнительно молодое озеро: котловина его раньше была сухой; соли, отложенные ранее на дне, были покрыты с течением времени субаэральными отложениями, а затем эта котловина снова наполнилась водою»¹.

Можно было бы в опровержение сказанного выставить предположение, что Балхаш был еще недавно проточным озером и не успел осолониться. Однако гипсометрические данные не говорят за это: имеются сведения, что в многоводные весенние половодья (а в начале XIX столетия в этой области было очень много воды) из озера Сасык-куль образуется водный поток в озеро Балхаш². Абсолютная высота озера Сасык-куль 347 м, Балхаша 340 м.

Затем замечательно, что замкнутое озеро Ала-куль имеет воду слегка соленую, хотя окружающая местность изобилует солончаками.

В лесостепной части Западной Сибири лежит множество замкнутых озер, среди которых есть как пресные, так и соленые (между последними и самосадочные), причем замечательно, что пресные озера оказываются небольшими, крупные же обычно солоноваты. С нашей точки зрения это легко объяснимо: озера, лежащие в небольших котловинах, легко могли в предшествующий сухой период высохнуть, а их осадки — покрыться субаэральными отложениями; в современную, более влажную эпоху, котловины превратились в пресные озера. Напротив, озера, лежавшие в глубоких и обширных котловинах, не могли с такой легкостью терять запасы своих солей, и потому они являются солеными, чаще солоноватыми, иногда самосадочными.

В пояснение можно привести некоторые гипсометрические данные. Небольшое пресное озеро Чаглы в б. Петропавловском уезде (к востоку от Ишима, 54° с. ш.) лежит на абсолютной высоте 137 м, а водораздельная точка окружающей степи на

¹ Д. С. Берг. Об исследовании озера Балхаш летом 1903 года. Изв. Русск. Геогр. общ., XL, 1904, стр. 594. Такое же объяснение было дано Расселом для малой солености озер в области бессточного четвертичного озера Лагонтан и Гильбертом для такого же четвертичного озера Боннивилль (I. C. Russell. Geologic history of Lake Lahontan, a quaternary lake of Northwestern Nevada. U. S. Geol. Survey, Monographs, Washington, XI, 1885, p. 223—230. — G. K. Gilbert. Lake Bonneville. Там же, I, 1890, p. 208—209. Рассел наблюдал на многих озерах «преснение путем высыхания»: по высыхании солоноватого озера соляные отложения на его дне покрываются в дождливый сезон глинистыми осадками. С изменением климата в сторону большей влажности котловина заполняется пресной водой. Подобным образом наличие пресной воды в бессточном озере Наиваша в восточной Африке (к западу от горы Кения, под 1° ю. ш.) объясняют (E. Nilsen. Geografiska Annaler, XIII, 1931, p. 231) его высыханием, которое происходило дважды в послеледниковое время, два раза сменяясь обводнением.

² П. Румянцев. Лепсинский уезд. Изд. Переселенч. упр., вып. 1, СПб., 1911, стр. 57. — Озеро Джаланаш-куль имеет весной (по данным 1909 года) сток воды в озеро Алакуль (там же, стр. 128).

151 м, т. е. всего на 14 м выше, тогда как большое соленое озеро Кызыл-как в б. Омском уезде находится на абсолютной высоте 47 м, а степь между этим озером и озером Селеты-денгиз на 135 м, т. е. на 88 м выше. Уровень озера Селеты-денгиз — на 70 м³.

Из числа замкнутых пресных озер укажем на озеро Чандак-куль, в 120 км к ЮЗ от Омска, между озерами Теке и Улькун-карой; в окружности оно немного более 3 км. Таких пресных озер в этой области (между Омском и Акмолинском) очень много, значительно больше чем соленых⁴.

На карте б. Актюбинского уезда Тургайской области, в масштабе 40 верст в дюйме, приложенной к работе «Очерк гидротехнических работ в районе Сибирской ж. д.» (СПб., 1907), я насчитал 53 соленых замкнутых озера и 67 таких же пресных (на карте пресные и соленые озера обозначены разной краской). Большая часть озер небольшие (менее 8—10 км) и мелкие.

В соседнем с Актюбинским б. Петропавловском уезде Акмолинской области на 25 замкнутых соленых озер находится 90 замкнутых пресных.

Значительное число замкнутых пресных озер имеется также в б. Акмолинском уезде⁵.

В б. Ишимском уезде Тобольской губ. еще больше замкнутых пресных озер. Между тем места эти отличаются довольно большим количеством осадков; в Ишиме выпадает свыше 400 мм в год. При этих условиях наличие здесь массы замкнутых котловин является не совсем понятным; как выяснил Пенк, присутствие котловин весьма характерно для областей пустынных, где котловины легко могут сохраниться, не будучи заполняемы осадками, приносимыми текучими водами⁶. Котловины же б. Ишимского уезда есть явления реликтовые, это — остатки более сухой эпохи.

Можно было бы возразить, что значительная часть замкнутых пресных озер Западной Сибири, особенно в северной части лесостепной полосы, еще недавно имела сток в соседние котловины (ныне занятые солеными озерами), чем и объясняется их пресноводность. Действительно, о том, что некоторые пресные озера в эпохи высокого стояния вод, измеряемые десятилетиями (так называемые брикнеровские периоды), обладали стоком, мы имеем ряд свидетельств. Так, относительно озер б. Ишимского уезда об этом пишет А. Кауфман⁷, об озерах Кокчетавского уезда Пиотровский⁸, об озере Ак-куль Акмолинского у. (около Мунчаков) Гордягин⁹; об озере Сартлан говорят то же авторы «Очерка гидротехнических работ в районе Сибирской ж. д.»¹⁰, они же относительно озера Кочубай-челкар б. Петропавловского уезда¹¹. Было бы, однако, ошибочно из данных о потере этими озерами стока говорить о тенденции климата к уменьшению атмосферной влажности: в годы, богатые атмосферными осадками, озера эти получают сток, а те из них (мелкие), которые в предшествовавший сухой период высохли совсем, снова наполняются водой; в засушливые же годы происходит обратное: озера теряют сток, солонют, мелкие совсем пересыхают, зарастая камышом; периоды же, бедные и богатые осадками, измеряются не более чем десятилетиями, так что мы имеем дело здесь лишь с брикнеровскими периодами. Нас же теперь интересуют климатические колебания, измеряемые гораздо большим числом лет.

При всем том нам могут возразить, что наличность замкнутых пресных озер в лесостепной и степной полосе Западной Сибири не имеет никакой связи с колебаниями климата большого («геологического») размаха: это часто не более как результат гипсометрических взаимоотношений, именно, сплошь и рядом пресное и соленое озера лежат по соседству друг

¹ Очерк гидротехнич. работ в районе Сиб. ж. д., 1907, стр. 8, 18—19.

² П. Игнатов. Тенизо-Кургальдинский озерный бассейн. Изв. Русск. Геогр. общ., XXXVI, 1900, 434 стр. — См. также Л. Берг и П. Игнатов. Соленые озера Селеты-денгиз, Теке и Кызыл-как Омского уезда. Зап. Зап.-сиб. отд. Геогр. общ., XXVIII, 1901, стр. 29.

³ А. А. Козырев. Гидрогеологическое описание южной части Акмолинской области. СПб., 1911 (изд. Отд. зем. улучш.), стр. 116 и сл., также карта.

⁴ Ренк. Morphologie der Erdoberfläche, II, 1894, p. 224.

⁵ А. Кауфман. Экономический быт госуд. крестьян Ишимского окр. Тобол. губ., ч. I. Матер. для изуч. экон. быта госуд. крестьян и инородцев Зап. Сибири вып. III, СПб., 1899, стр. 5—7.

⁶ В. Пиотровский. Экспедиция П. Г. Игнатова в Кокчетавский уезд Акмолинской области летом 1902 г. «Землеведение», № 1—2, стр. 97—98 (оз. Копя), стр. 103 (М. Чебачье, Б. Чебачье), стр. 111 (оз. Джукей).

⁷ А. Гордягин. Материалы для познания почв и растительности Западной Сибири. Труды Казан. общ. ест., XXXIV, 1909, стр. 26; см. также стр. 33.

⁸ СПб., 1907, стр. 426.

⁹ Там же, стр. 127.

с другим, причем пресное расположено выше соленого, указывая этим на возможное (в прошлом и будущем) направление стока.

Имея это соображение в виду, тем не менее мы должны рассматривать описываемое явление с более широкой точки зрения, на которую мы уже указывали выше: наличие большого количества котловин в стране с значительным количеством летних осадков, какой является северная часть лесостепной зоны Западной Сибири (в б. Ишимском уезде, например, выпадает более 200 мм за лето), есть явление ненормальное — с точки зрения современного климата: деятельность текущих вод стремится придать рельефу страны единообразный уклон. Напротив того, котловинный рельеф станет понятным, если его рассматривать как наследие сухого периода¹.

При такой точке зрения, отвлекаясь от кратковременных колебаний уровня и солености озер, изобилие замкнутых пресных озер в лесостепной и степной полосе Западной Сибири мы легко объясним заметным колебанием климата в сторону большей влажности.

После этого отступления переходим к дальнейшим примерам.

Аральское море занимает значительно большую площадь чем недавно; об этом можно судить: 1) по чрезвычайно извилистой форме береговой линии между устьями Сыр-дарьи и Аму-дарьи, где море, очевидно, занимает участок суши, бывший еще недавно пустыней; 2) по присутствию подводных русел близ устьев Яны-су².

Формы северо-западных берегов Каспийского моря с их множеством бухт (ильменей) и островов ясно показывают, что и здесь море занимает страну, еще недавно бывшую сушей. Равным образом трансгрессия наблюдается и на юго-восточных берегах Каспия: Коншин³ описаны оригинальные дюны-острова (Богурюляр, Клыч, Гюргюмель, Кызыл и другие) близ острова Челекена. Острова эти, высотой до 80 м, совершенно сходные с дюнами на ближайшем берегу материка, образовались, без сомнения, от затопления дюнной полосы морем. О том, что в современную (в геологическом масштабе) эпоху Каспийское море имеет высокий уровень, можно судить еще по тому, что на дне моря перед устьями Волги, в расстоянии свыше 40 км от края современной дельты, расположены баровские бугры, причем в понижениях между буграми обнаружены торфянистые отложения с пресноводными раковинами⁴. О том же говорит переуглубление дна Волги в ее нижнем течении по отношению к уровню Каспия и даже к дну взморья⁵. Наконец, ход изобат перед дельтой Волги с несомненностью показывает, что мы имеем здесь перед собою затопленную, подводную дельту Волги⁶. Уральская бороздина на дне северо-восточного Каспия есть подводная долина р. Урала⁷.

¹ Котловинный рельеф свойствен также областям с моренным ландшафтом, но для описываемых мест Западной Сибири присутствие ледникового покрова, как известно, не было никем отмечено.

² Л. Берг. Аральское море. СПб., 1908, стр. 532 и сл.

³ А. М. Коншин. Разъяснение вопроса о древнем течении Аму-дарьи. Зап. Геогр. общ. по общ. геогр., XXXIII, № 1, 1897, стр. 242—243, табл. III.

⁴ М. Ф. Розен. Донные осадки северного Каспия в районе волго-каспийского канала. Изв. Центр. гидрометеор. бюро, VIII, 1929, стр. 151—152.

⁵ П. А. Православлев. Каспийские осадки в низовьях р. Волги. Там же, VI, 1926, стр. 66—69.

⁶ Ср. карту у Л. С. Берг. Уровень Каспийского моря за историческое время. Проблемы физ. геогр., I, 1934, стр. 27.

⁷ Сказанному не противоречит то обстоятельство, что примерно с 1820 года (а особенно в 30-х годах XIX века) и нынешний уровень Каспия стоит низко (о чем см. Берг. Л. с., 1934). См. выше, графики на стр. 93.

Замкнутое озеро Чатыр-куль в центральном Тянь-шане, лежащее на высоте 3 500 м, имеет воду пресную; глубина озера, насколько известно, не велика¹.

Относительно лежащего на Армянском плоскогорье на высоте 1 925 м озера Севан, или Гокчи, можно с уверенностью сказать, что оно лишь за последние несколько тысяч лет стало проточным. Еще недавно, в эпохи низкого стояния озера, оно переставало отдавать свои воды р. Занге, через которую Севан соединяется с Араксом; так было, например, в 1891 году². Раскопки, произведенные в 1909 году Лалаянцем на юго-восточном берегу озера, около дер. Загалу, обнаружили, что некоторые курганы залиты водой, причем могилы покрыты водой на 1 м. Так как древность могильников исчисляется в 4 000 лет, то отсюда видно, что за 2 000 лет до нашей эры Севан стоял значительно ниже чем теперь, и, следовательно, не имел стока³. И, действительно, вода его не успела опресниться как следует до сих пор. Но, конечно, в ледниковую эпоху Севан мог стоять выше чем теперь. Возможно, что к ледниковой эпохе относятся террасы, находимые местами на высоте 4—4,5 м над современным уровнем Севана.

Большие замкнутые озера северо-западной Монголии, Убса-нор и Киргиз-нор, имеют воду слабо соленую: в первом 11,4‰ солей, а во втором всего 2,5‰⁴. Лежащее к западу от озера Убса замкнутое озеро Урю-нор имеет воду хотя и солоноватую, но все же пригодную для пищи⁵. Большие озера Хара-усу и Хара-нор проточны, но характер их соединения с реками говорит за то, что они стали недавно таковыми; по всем вероятностям, они еще недавно были замкнутыми.

Для южной границы пустынного пояса Азии мы можем привести пример, подтверждающий мнение Пенка об изменении здесь климата в сторону увлажнения. Близ истоков Сэтледжа (и недалеко от истоков Брахмапутры) лежат два совершенно пресных и замкнутых озера Манасаровар (Цо-маванг) и Ракас-тал (Лангах-цо). Восточное из них, Манасаровар, расположено на высоте 4 602 м и имеет глубину до 82 м. В годы, богатые осадками, оно получает сток в западное озеро, Ракас-тал, которое лежит на высоте 4 589 м; в 10 км от северо-западного конца озера Ракас-тал протекает Сэтледж, и в многоводные периоды Ракас-тал получает соединение с Сэтледжем. Так было в середине XVIII и в середине XIX столетия; в 1908 году стока не было. Эти озера, очевидно, находятся в процессе вовлечения в систему Сэтледжа.

Развиваемой нами точке зрения не противоречит то обстоятельство, что по окраинам пустынной зоны встречаются, помимо пресных озер, также самосадочные, каковы, например, Баскунчакское, Эдтонское, Б. Соляное в Юте и многие другие. Присутствие соляных самосадочных озер объясняется местными условиями; так, Баскунчак питается солью за счет пермских соленосных образований, окаймляющих его северную половину⁶, шотты провинции Константины (Аляшр) обязаны своей солью триасовым и олигоценным соленосным толщам⁷. Точно так же соли озера Урмия

¹ П. Богданов. Озеро Чатыр-куль. Изв. Русс. Геогр. общ., XXXVI, стр. 334, карта.

² Е. Марков. Озеро Гокча. Ч. 1. СПб., 1911, стр. 174.

³ Е. Лалаянц. Памяти. книжка Эриванской губ. на 1910 год, стр. 269—270.

⁴ Г. Потанин. Очерки северо-западной Монголии, III, СПб., 1883, стр. 234.

⁵ Там же, стр. 186.

⁶ П. Православлев. К геологии окрестностей Баскунчакского озера. Варшава, 1903, стр. 137 (Изв. Варш. ун-в.).

⁷ J. Blaya s. Les chotts de hauts plateaux de l'Est constantinois (Algérie). Origine de leur salure. Bull. Soc. géol. France, (3), XXV, 1897, p. 912.

(22,28% по Абику, 1856; 14,89% по Гюнтеру, 1899) ведут свое происхождение от богатых солью третичных отложений в бассейне озера.

Что касается озера Ван, приводимого Пенком в числе соленых озер по полярной границе сухой зоны Азии, то соленость его не велика, равняясь всего 1,73% (по Абику, 1856)¹, т. е. гораздо менее солености озера Поопо (23,5%), указываемого тем же автором в качестве примера для северной границы сухой зоны Южной Америки, где озера должны опресняться. Уровень озера Ван за историческое время значительно повысился; так, древний город Арджиш, развалины коего расположены у северного конца озера Ван, в 1841 году был затоплен поднявшимся уровнем озера². Линч, посетивший озеро в 1898 году, пишет, что «последнее периодическое повышение воды, начавшееся, повидимому, с 1895 года, угрожает опасностью селениям, существующим с незапамятных времен, подобно Кизвану между Ахлатом и Тадваном»³. Гюнтер, исследовавший озеро Урмию в 1898 году, полагает, что в сравнительно недавнее время озеро это повысило свой уровень, следствием чего явилось образование ряда островов⁴.

Таким образом, мы полагаем, что в настоящее время происходит сужение сухой зоны или, что то же, расширение влажной. Но главным доводом в пользу перемещения южной границы влажной зоны северного полушария к югу служит процесс надвигания леса на степь, наблюдаемый за историческое время в Европе и в Сибири. Об этом подробно сказано выше (стр. 47—53).

Для Африки это хорошо следует из данных, приводимых Пенком: озеро Чад недавно наполнило пресной водой прежде сухую котловину, озеро Виктория недавно стало проточным (устья впадающих в него рек оказываются затопленными)⁵. Прибавим еще относительно французского Судана следующее. По наблюдениям Шюдо зона Судана, идущая от озера Чад через Томбукту к устью Сенегала, представляет собою в настоящее время полупустыню (*zone sahélienne*), располагающуюся по южной окраине Сахары⁶. Но в эпоху, предшествовавшую нынешней, сахельская зона была настоящей пустыней, о чем можно судить по множеству разбросанных здесь барханов, вполне аналогичных сахарским, но ныне совершенно заросших растительностью. Эти образования Шюдо называет *ergs morts*, *ergs fossiles*⁷. Таковы, например, неподвижные барханы у озера Чад, у Томбукту, по р. Сенегалу. Далее, переходя к южной окраине влажной зоны Африки, мы видим, что котловина Этоша (на севере юго-западной Африки) заполняется водою, озеро Бангвеоло получило сток.

Для Азии мы привели достаточно примеров выше.

Конечно, в предыдущих рассуждениях мы имели в виду не те изменения уровня озер, которые вызваны колебаниями климата малого периода (брикнеровы периоды). Здесь идет речь о периодах, измеряемых тысячами лет.

Выводы, к каким мы приходим, следующие:

1. В ледниковую эпоху сухие зоны как южного, так и северного полушария сильно сузились. Следы этой эпохи являются террасы, наблюдаемые на очень многих озерах сухой зоны Азии.

2. В наступившую затем сухую послеледниковую эпоху, напротив, сухие пояса сильно распространили свои пределы как к северу, так и к югу; наступила эпоха степей и ксерофитов, пустынного климата, высыхания озер, образования лёсса.

3. В современную эпоху мы видим обратное: влажная зона расширяется за счет сухой: леса наступают на степи, за счет сухолюбивых и светолюбивых пород деревьев распространяются любящие влагу и тень, на лёссовых почвах развиваются черноземы, степная фауна оттесняется к югу, сухие котловины наполняются водой; очень часто мы встречаем еще не успевшие осолониться замкнутые, пресные озера; еще недавно бывшие замкнутыми соленые озера получают сток и теряют соли¹.

4. Если, таким образом, в четвертичное время происходили не смещения климатических зон, а их сужения и расширения, то причиной этих явлений были не перемещения полюса, как полагают некоторые, а климатические колебания, охватывавшие всю Землю одновременно. Другими словами, изменения климата были следствием причин космических, т. е. факторов внеземного происхождения.

¹ Возможно, конечно, что картина колебаний климата в послеледниковое время была сложнее нарисованной выше: некоторые исследователи принимают в послеледниковое время чередование нескольких сухих и влажных периодов (см. выше, стр. 98). Выяснение этих колебаний дело будущего. Во всяком случае, для разрешения интересующего нас в этой главе вопроса нам важно знать только последнюю фазу колебаний.

¹ По другим данным 2,11% (Müller-Simonis, 1892) и 2,25% (Lynch, 1901).

² Линч. Армения, II, Тифлис, 1910, стр. 38 (гл. III).

³ Там же, стр. 67 (гл. IV).

⁴ R. Günther. Contributions to the geography of the lake Urmi and its neighbourhood. Geographical Journal, XIV, 1899, p. 513.

⁵ См. об этом Geogr. Zeitschr., 1913, p. 580—581.

⁶ R. Chudeau. Sahara Soudanais. Paris, 1909, A. Colin, p. 144, 145 (карта зон зап. Африки), p. 146 и сл.

⁷ I. c., p. 244 и сл.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ПРЕРЫВИСТОЕ, АМФИБОРЕАЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Прерывистость в распространении наземных и пресноводных животных и растений может быть вызвана различными причинами: случайным заносом, опусканием промежуточной области под уровень моря, миграциями, конвергентным развитием в двух областях, климатическими изменениями и т. п. Здесь мы коснемся только таких случаев, которые могут быть, по нашему мнению, объяснены изменениями климата¹.

Прудовая зеленая лягушка (*Rana esculenta*) водится в Европе, отсутствует в Сибири, а затем в форме близкого вида или подвида *pigromaculata* появляется в бассейне Амура, в восточной Монголии, в Корее, Японии, Китае. Древесная лягушка *Hyla arborea* распространена в Европе, северной Африке, в Палестине, Сирии, Иране, в Малой Азии, на Кавказе; в Сибири ее, как и зеленой лягушки, нет, но на Амуре, в Китае, Корее, Японии она снова появляется в качестве близких форм (подвидов или видов; у нас на Амуре *H. arborea japonica*).

Таково же распространение другой бесхвостой амфибии, жерлянки. Краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* или *Bombinator igneus*) распространена в Европе и на северном Кавказе. На Дальнем Востоке она заменена видом *B. orientalis*.

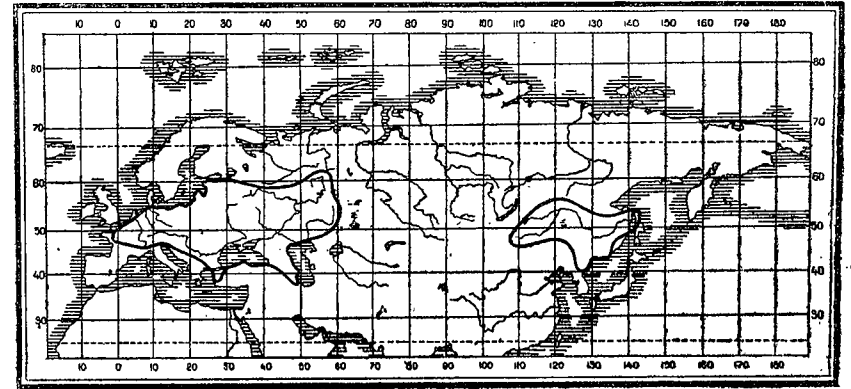
Небольшая пресноводная рыбка горчак (*Rhodeus sericeus amarus*) распространена в средней Европе на восток до бассейна Каспийского моря. Отсутствуя в Туркестане и Сибири, горчак (*Rh. sericeus*) снова появляется в бассейне Амура и в Манджурии. Близкие виды встречаются в Китае и Японии. Совершенно аналогично распространение вьюна (*Misgurnus fossilis*). Подобно горчаку, он водится в средней Европе на восток до бассейна Волги; в Сибири отсутствует и снова появляется (в качестве подвида или вида *anguillicaudatus*) в бассейне Амура, в Корее, Китае, Индокитае, Японии, на Формозе.

Сазан (*Cyprinus carpio*), в культурном виде известный под именем карпа, в настоящее время разведен во всем свете. Коренными же местами обитания этой пресноводной рыбы следует считать: 1) бассейны Черного, Каспийского и Аральского морей (может быть, отчасти и западную Европу), 2) реки бассейнов Тихого океана и восточной Азии от Амура на севере и до Юньнана и Бирмы на юге. Таким образом, распространение сазана прерванное: в Сибири и центральной Азии его нет.

¹ Подробности см. в моей работе «Рыбы бассейна Амура» в Записках Академии наук, по физ.-мат. отд., (8), XXIV, № 9, 1909, стр. 251—262.

Белый аист (*Ciconia ciconia*) гнездится в Европе, Закавказье и в Туркестане. Отсутствует в Сибири. Снова появляется в форме амурского аиста (подвид *boisciana*) в Приамурье, Уссурийском крае, Корее, в северном Китае и в Японии; во всех этих местах он гнездится.

Д. Мессершмидт, путешествовавший по Сибири по поручению Петра Великого, посетил в 1724 году бассейн верхнего Амура, именно Ингоду. По его словам, в этой реке ему приходилось ловить маленьких раков, похожих на европейских речных раков. Это «насекомое», говорит Мессершмидт, не встречается, начиная от Уральских гор, нигде во всей Сибири, и тем удивительнее, что оно снова появляется на востоке Сибири¹. Дей-



Распространение горчака (*Rhodeus sericeus*).

ствительно, речной рак (*Astacus*) обитает в Европе, Закавказье и в бассейне Сыр-дарьи (у города Туркестана); есть он и в тихоокеанских штатах Северной Америки и в Аляске. Близкий род *Cambaroides* представлен четырьмя видами в бассейне Амура, на Сахалине, в реках, впадающих в залив Петра Великого, в Корее и в северной Японии. В других местах Сибири речных раков нет. Мессершмидт имел дело с даурским речным раком *Cambaroides dauricus*, описанным Палласом в 1773 году под именем *Astacus dauricus*. Наконец, в восточных штатах Северной Америки водится род *Cambarus*, близкий к *Astacus* и к *Cambaroides*. В ископаемом состоянии описан из пресноводных нижнемеловых отложений восточной Монголии *Astacus licenti*, более близкий к *Astacus*, чем к *Cambaroides*². Таким образом, род *Astacus*, очевидно, имел некогда сплошное распространение от Европы через Сибирь и Монголию до Аляски и западных штатов Америки.

Целый ряд растений обладает ареалами распространения, весьма схожими с указанными для рыб. Приведем несколько примеров.

Вяз *Ulmus scabra* (или *U. montana*) встречается в Европе от Пиренеев до Уральского хребта (он переходит за Урал только в южной части среднего Урала), затем имеется в Крыму, на Кавказе (как на северном, так и на южном), в Малой Азии; отсутствуя во всей остальной Азии, снова появляется в форме *laciniata* на среднем Амуре, на р. Уде, Уссури, в Манд-

¹ D. Messerschmidt. Neue nordische Beyträge, III, St. Petersburg und Leipzig, 1782, p. 122.

² Я. А. Бирштейн и Л. Г. Виноградов. Пресноводные Decapoda СССР и их географическое распространение. Зоол. журн., XIII, вып. 1, 1934, стр. 62—63.

журии, Сычуани, в северной Японии и на Сахалине. Другой вяз *Ulmus campestris*¹, свойственный Европе, Малой Азии и Кавказу, на Дальнем Востоке представлен подвидом *propinqua*.

Обращаем внимание на следующий любопытный факт. Род тлей *Eriosoma* и близкий к нему *Tetraneura* связаны с вязами (*Ulmus*), которые являются для них либо основными, либо даже единственными питающими растениями. И вот тля *Eriosoma ulmi*, распространенная на вязах в Европе, на Кавказе и в Туркестане и отсутствующая в Сибири, представлена в Японии подвидом *japonica*. Равным образом, другая вязовая тля, *Tetraneura ulmi* на западе водится совместно с предыдущим видом, а на востоке (в Южно-Уссурийском крае, в северном Китае и в Японии) представлена подвидом *uzoensis*. В Сибири *T. ulmi* отсутствует, за исключением Алтая, где она встречается на корнях злаков, размножаясь девственным путем².

Жимолость *Lonicera nigra*, свойственная средней и южной Европе, была найдена в тождественной форме (даже не подвид) в Манджурии, именно в верховьях р. Ялу. Ландыш *Convallaria majalis* распространен в Европе на восток вплоть до Урала; есть на Кавказе и в Малой Азии. В Сибири ландыш встречается только в Забайкалье и на Дальнем Востоке. В лесной полосе Манджурии, Кореи, Японии и Северной Америки мы также находим его. Печеночница *Anemone hepatica*, весьма обычная в Европе, отсутствует на Урале и в Сибири, затем снова появляется в юго-восточной Монголии, на Уссури, в восточной Манджурии, в Корее и Японии. Кроме того, она довольно широко распространена в лесах Северной Америки (Канада—Флорида—Айова).

Дуб *Quercus pedunculata* не переходит к востоку за Урал. После громадного промежутка в восточном Забайкалье появляется близкий вид *Quercus mongolica*. Во всей Сибири дуб совершенно отсутствует. Спутником дуба повсюду является лещина *Corylus avellana*, отсутствующая в Сибири и появляющаяся снова вместе с дубом на Аргуни, Уссури, в Манджурии и восточной Монголии в весьма близкой форме—*C. heterophylla*. Другая, весьма близкая форма, *C. americana* растет в атлантических штатах Северной Америки. В ископаемом состоянии *C. avellana* (или, может быть, близкая к ней *C. macrocarpa*) найдена в Алтае в отложениях по Вухтарме, относимых предположительно к плиоцену. Тис *Taxus baccata* встречается в Европе, северной Африке, на Кавказе, в Гималаях, а затем в близких подвидах на Амуре, Уссури, и в Манджурии, на Сахалине, Курильских островах, в Японии, на Формозе, в Корее, Китае, Канаде.

Особенно поучительно распространение липы. Липа *Tilia cordata* растет в Европе и кое-где в Западной Сибири, островками попадается в

¹ Теперь этот вид ботаниками неправильно называется *U. foliacea*. Хотя Линней (1753) смешал под именем *U. campestris* несколько видов, но гербарий Линнея сохранился, и за некоторыми образцами должно быть закреплено название *U. campestris*. Так поступают в зоологии и палеонтологии. Если же не придерживаться этого правила, то в конечном результате придется упразднить все линнеевские имена.

² А. К. Мордвилко. Кровяная тля. Л., 1924, стр. 78—79.—Вообще на Алтае встречается ряд реликтовых растений; такова, например, *Osmorhiza amurensis*, свойственная, кроме Алтая, еще Манджурии и Кавказу, или *Galium paradoxum*, найденный в Алтае на высоте 1 000 м, близ Телецкого озера и свойственный Дальнему Востоку и Японии (об этом виде см. М. А. Мартыненко. Доклады Академии наук СССР, XXXI, № 9, 1941). См. также М. М. Ильин. Третичные реликтовые элементы в таежной флоре Сибири и их возможное происхождение. Материалы по истории флоры и растительности СССР, изд. Ботан. инст. Академии наук СССР, I, 1941, стр. 257—291.

Салаирском кряже, в Кузнецком Алатау и у Красноярска, а затем в форме чрезвычайно близкой, *T. cordata amurensis*, появляется на Амуре, по Уссури, в Манджурии и Корее. Наконец, очень близкая форма (*T. japonica*) есть в Японии¹. Кроме того, в Манджурии растет *T. mandshurica*, близкая к западноевропейской *T. argentea* (которая встречается, между прочим, и в Подолии и Бессарабии).

Итак, мы видим, что целый ряд растений и животных встречается в совершенно тождественных или весьма близких формах в средней и южной Европе, отсутствует в Сибири и снова появляется в бассейне Амура, в Манджурии и Японии.

Каковы причины такого прерывистого распространения? О случайном заносе не может быть и речи, возможность миграций и конвергентного развития также исключается. Остается одно предположение—о причинах, коренящихся в изменении климата.

Ледникового покрова в Сибири на значительной части ее протяжения не было, но в течение ледниковой эпохи климат здесь был гораздо суровее. Очевидно, в доледниковое время вышеперечисленные виды были распространены на всем протяжении европейско-азиатского материка, от западной Европы до берегов Тихого океана. Последовавшее в течение ледникового времени охлаждение вызвало исчезновение этих видов всюду, кроме особо благоприятных мест, где климат позволял им существовать в то время, когда на севере были льды. Такими убежищами для многих видов явились южная Европа, Кавказ, Туркестан, Манджурия (включая бассейн Уссури), Япония. Когда ледниковая эпоха закончилась, снова началось завоевание потерянной территории, причем наиболее благоприятные в климатическом отношении места прежде всего были заселены более требовательными к теплу организмами. Сибирь же в значительной части еще ждет нашествия той флоры и фауны, которая некогда под напором льдов отступила к югу или в данном месте вымерла.

¹ В настоящее время ботаники разбили *T. cordata* на множество «видов» (см. Ю. Д. Клеопов. Основные черты развития флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Материалы по истории флоры и растительности СССР. I, Л., 1941, стр. 198—199). Но это не меняет существа дела.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ОБ АМФИБОРЕАЛЬНОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ МОРСКОЙ
ФАУНЫ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ¹

Названием амфибореального я обозначаю такое распространение организмов, когда они встречаются на западе и на востоке умеренных широт, отсутствуя посредине.

АМФИБОРЕАЛЬНЫЕ МОРСКИЕ ЖИВОТНЫЕ

Наибольшее сходство в фаунах Атлантического и Тихого океанов обнаруживается не при сравнении тропических частей, а северных или вообще умеренных. Здесь можно подметить присутствие значительного числа не только общих родов, но и общих видов².

Эти общие (или близкие) виды отсутствуют как в высокоарктической, так и в тропической (а обычно и в субтропической) зоне, являясь бореальными, субарктическими (борео-арктическими) и бореально-арктическими³. Приведем несколько примеров.

Рыбы. Минога (*Lampræta japonica*) распространена в Тихом океане от южной Кореи (Фузан) до Аляски (р. Юкон). Отсутствует у ледовитоморских берегов Азии, а затем снова появляется в Оби и далее на запад вплоть до Белого моря и Мурмана. При этом замечательно, что в реках восточной Сибири есть чисто пресноводная форма (не совершающая миграций) этой миноги, подвид *kessleri*; это показывает, что некогда и у берегов восточной Сибири встречалась эта минога.

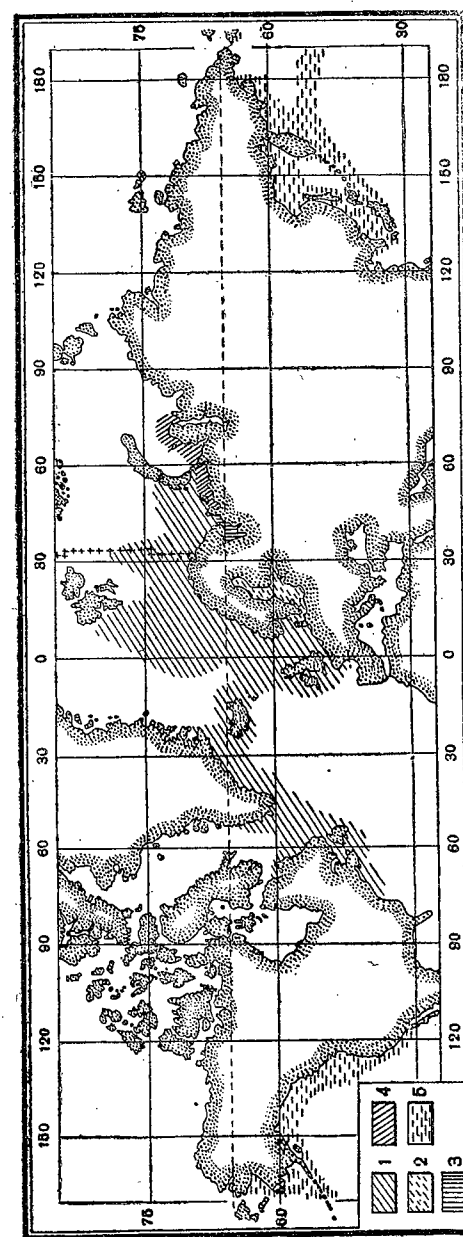
Акулы, полярная *Somniosus microcephalus*, гигантская *Cetorhinus maximus* и сельдяная *Lamna cornubica*, имеют область распространения, прерванную Сибирским Ледовитым морем, а кроме того они биполярны (подробности см. ниже).

Морская сельдь *Clupea harengus* водится у берегов Европы, начиная от западного побережья Новой Земли (у Маточкина шара), Белого моря и Мурмана до Бискайского залива (Аркашон); на север она идет до Медвежьего острова, западного Шпицбергена, Исландии, южной Гренландии; далее по американскому побережью на юг до мыса Гаттерас (35° с. ш.). У большей части азиатских берегов Северного Ледовитого моря она

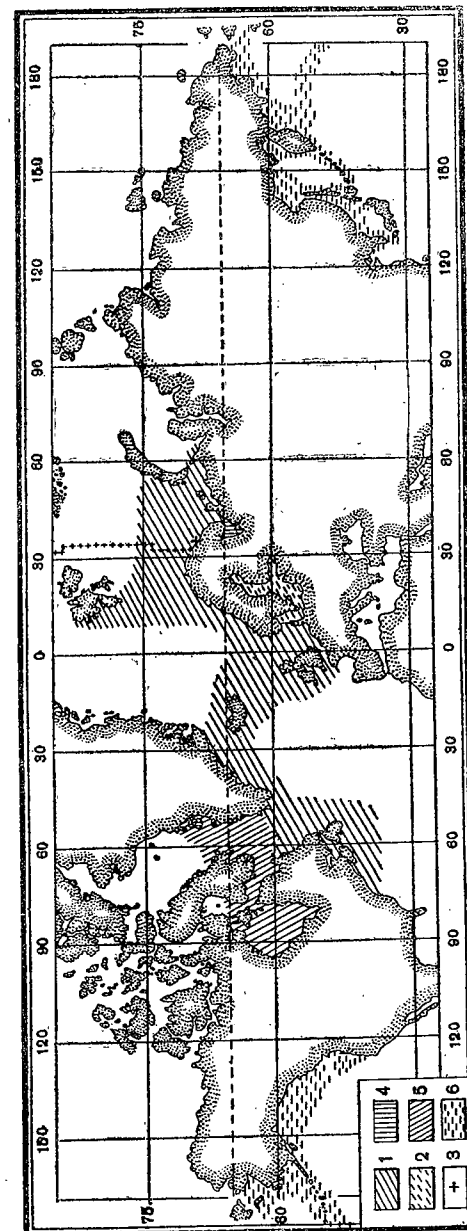
¹ Впервые напечатано в Известиях Географического общества, т. 66, вып. 1, 1934, стр. 69—78. Здесь печатается с дополнениями.

² Впервые на этот факт обратил внимание А. Гүнтер, 1880. Подробнее этот вопрос разбирается в работе П. Ю. Шмидта, 1904, стр. 394—419.

³ По терминологии К. М. Дерюгина, 1915, стр. 717—718, и Гофстена (Hofsten, 1915, p. 202—208).



Амфибореальное распространение сельди *Clupea harengus* и ее подвидов:
1—*Cl. harengus harengus*;
2—*Cl. harengus membras*;
3—*Cl. harengus maris-albi*;
4—*Cl. harengus suworowi*;
5—*Cl. harengus pallasi*.



Амфибореальное распространение трески (*Gadus morhua*) и ее подвидов:
1—*G. morhua morhua*;
2—*G. morhua callarias*;
3—*G. morhua kildinensis*;
4—*G. morhua maris-albi*;
5—*G. morhua ogac*; 6—*G. morhua macrocephalus*.
Обе карты заимствованы у А. Н. Световидова, 1944.

отсутствует, но в Тихом океане появляется снова в форме подвида *pallasi*, который распространен от Берингова пролива на юг до Хондо ($36^{\circ} 40'$ с. ш.), берегов Кореи и Желтого моря (залив Печили), а по американскому побережью на юг до Калифорнии (Сан-Диего, $32^{\circ} 30'$ с. ш.). Замечательно, что эта же сельдь, подвид *pallasi*, встречается и в Белом море, а также у берегов Канина, близ устья Печоры, в Карской и в Обской губах. Около 1940 года она была обнаружена близ устья Лены, у острова Ляховского, а также на ледовитоморском побережье Чукотского полуострова.

Лососи из рода *Salmo* распространены на восток вплоть до Карской губы (*S. salar*). В Сибири, в бассейне Ледовитого моря, этого рода нет, а в северной части Тихого океана он снова появляется в числе нескольких видов у берегов Камчатки, Аляски и далее на юг вдоль тихоокеанского побережья Северной Америки (а в виде пресноводной формы—до северной Мексики).

«Пресноводный» угорь *Anguilla anguilla* встречается по всем берегам Европы от Печоры до Азовского моря, затем у берегов Марокко, Канарских островов, Азорских, у Мадеры, Исландии. По американскому побережью от южной оконечности Гренландии и вплоть до Гвианы и Панамского перешейка представлен подвидом *rostrata*. В Тихом океане заменен подвидом *japonica*, распространенным от южной Кореи и Хакодате до Хайнана и Кантона. Замечательно, что тихоокеанский подвид заметно ближе к европейскому, чем американский: тогда как у европейского в среднем 114,7 позвонков, а у японского 115,8, у американского гораздо меньше—107,3.

Камбала *Pleuronectes flesus* и ее подвиды распространены кругом всей Европы от Баренцова моря до Черного; на восток она идет до устья Енисея. Восточнее ее нет, но в северной части Тихого океана, от Берингова пролива на юг до Гензана, Токио и Калифорнии, она представлена близкой формой *Pleuronectes (Platichthys) stellatus*.

Род камбал *Platessa* включает два вида: один в Европе, *Pl. platessa*, не идущий на восток далее Баренцова моря, и близкий вид, *Pl. quadratuberculata*, распространенный в Беринговом, Охотском морях и в Татарском проливе.

Амфибореальный тип распространения мы встречаем у многих других камбал: у палтуса (*Hippoglossus*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides*), затем у родов *Limanda*, *Glyptocephalus*, *Microstomus* (подробности см. Берг, 1918).

Треска, *Gadus morhua*, встречается в Европе от Карской губы, Новой Земли и Белого моря до Бретани, изредка до Бискайского залива; есть у западного и восточного Шпицбергена, у Медвежьего острова и Исландии. По американскому побережью распространена от Гренландии (западной и восточной) до Виргинии. Отсутствуя на протяжении от Карского моря до Гренландии, снова появляется в Тихом океане в форме подвида *macrocephalus*, распространенного от Чукотской земли и Аляски на юг по азиатскому берегу до Кореи и Порт-Артура, а по американскому—до Орегона. Амфибореально распространены мойва (*Mallotus*) и песчанка (*Ammodytes*).

Помимо морских рыб амфибореальный тип распространения мы встречаем и среди беспозвоночных—моллюсков, иглокожих, ракообразных.

Моллюски. Род *Liomesus*, близкий к *Buccinum*, включает в Европе один вид *L. dalei*, распространенный от Ирландии и Шетландских островов до Лофотенских островов, а в ископаемом виде известный из верхнего плиоцена Англии (*Coralline Crag*, *Red Crag* массами, *Icenian*—самый верхний плиоцен; Harmer, p. 520). Кроме того, в этом

роде три вида по северному побережью Аляски, в Беринговом, Охотском и Японском морях (Dall, 1924, p. 91). Далее отметим такие амфибореальные виды моллюсков, как *Lacuna divaricata*, *Modiola modiolus*, *Mytilus edulis* (распространен биполярно).

Иглокожи¹. Среди морских звезд можно отметить следующие амфибореальные виды:

Solaster endeca—Норвегия; Белое море, Шпицберген, Новая Земля, Исландия, от Гренландии до мыса Код, от Берингова моря до Ванкувера, Японское море (Дьяконов, 1933, стр. 54; Hofsten, 1915, p. 39).

Pseudarchaster parelii—северная часть Атлантического океана у берегов Америки и Европы, юго-западная часть Баренцова моря, Берингово, Охотское, Японское моря (Дьяконов, 1933, стр. 44).

Asterias rubens—Атлантический океан от Сенегала до Исландии и северной Норвегии, южная часть Баренцова моря, Мурман, Белое море; в Беринговом и Японском морях представлена близким видом *Asterias amurensis* (Дьяконов, 1933, стр. 65), у атлантических берегов Северной Америки—близким видом *Asterias vulgaris*.

Среди голотурий:

Cucumaria frondosa—северная часть Атлантического океана у берегов Америки и Европы, Карское море; в Охотском и Японском морях близкая *C. japonica*, а также другие, близкие или тождественные виды в северной части Тихого океана (Дьяконов, 1933, стр. 141; Hofsten, 1915, p. 156).

Psolus squamatus—западная Норвегия, западная Гренландия, северная часть Тихого океана; вид биполярный (Ekman, 1923).

Ракообразные. *Pandalus borealis* встречается в северных частях Атлантического океана на восток до Карского моря (редко); изредка в Белом море; северная часть Тихого океана. Возможно, что к амфибореальному типу относится и распространение *Eupagurus rubescens* (см. Hofsten, 1916, p. 41, 85, 92, 95).

Кишечнополостные. Брок приводит данные о гидроидах (*Bonneviella grandis* и другие) и восьмилучевых кораллах, общих северной части Тихого океана и Атлантическому².

Млекопитающие. Тюлень, *Phoca vitulina*, распространен амфибореально: типичная форма встречается от берегов Пиренейского полуострова до Баренцова моря, где редка, и Балтийского моря; подвид *largha* свойствен Японскому, Охотскому, Берингову морям и области Берингова пролива; на атлантическом побережье Северной Америки на север до южной Гренландии ларга представлена близкой или тождественной формой, подвидом *concolor* (Смирнов, 1929, стр. 262).

Напомним, наконец, о дельфине *Grampus griseus*, распространенном биполярно в Атлантическом и Тихом океанах, но избегающем, понятно, арктических вод.

То же явление известно для наземной и пресноводной фауны и флоры, о чем говорилось выше (стр. 112).

ПРИЧИНЫ АМФИБОРЕАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Относительно причин амфибореального распространения сухопутных и пресноводных организмов я высказывался в том смысле, что отсутствие вышеупомянутых форм в Сибири есть результат ледникового времени,

¹ А. М. Дьяконов, 1945, стр. 136, где и другие примеры для иглокожих.

² Hj. Broch. Oktokorallen des nördlichsten Pazifischen Ozeans und ihre Beziehungen zur atlantischen Fauna. Avhandlinger Norske Vidensk.-Akademi i Oslo, mat.-nat. Kl., 1935, № 1, Oslo, 1935, p. 53.

когда фауна и флора более умеренного климата были здесь истреблены (Берг, 1909).

Объяснение амфибореального распространения морских организмов представляет значительно большие трудности.

Все вышеперечисленные морские формы принадлежат к числу бореально-арктических, субарктических и бореальных, а не субтропических, а тем более не тропических форм; поэтому распространение вокруг южной окраины Азии для них невозможно. Что касается северной окраины этого материка, то в известные эпохи плиоцена и в начале плейстоцена область Берингова пролива представляла сушу, по которой, как известно, происходил обмен фаунами северной Азии и Северной Америки. Согласно общепринятому взгляду связь между Ледовитым морем и Тихим океаном установилась лишь недавно, и через Берингов пролив могли проникнуть лишь немногие и притом арктические формы (например, четырехрогий бычок *Myoxocephalus quadricornis labradoricus* и другие).

Для объяснения сходства фаун Атлантического и Тихого океанов были предложены следующие гипотезы:

1. Обмен фаунами мог происходить через море Тетис, которое соединяло в мезозойское и раннетретичное время область европейского Средиземного моря с Индо-Малайским архипелагом. Такого мнения держится Экман (1932, р. 100) в отношении угря (*Anguilla*). К этому же выводу приходит Арамбур (1927, р. 272), исследовавший фауну ископаемых рыб Орана. В этой фауне, относящейся к концу миоцена или началу плиоцена (*étage sahélien*), имеется кроме элементов индо-пацифических еще значительная примесь японских; к числу последних Арамбур относит, между прочим, сельдь *Etrumeus boulei* (в Японии *E. micropus*)¹, *Neoperca mesogea* (в Японии *N. multifasciata*), *Zeus faber* (в Японии *Z. japonicus*)², скумбрию *Scomber colias* (в Японии *S. japonicus*) и другие.

По поводу этой гипотезы следует сказать, что в третичное время в тропики не могли проникать бореальные, субарктические и бореально-арктические формы, так как климатические зоны были ясно обособлены уже в меловое время. Очевидно, и в меловое, и в третичное время через море Тетис мог происходить между Атлантическим и Тихим океанами обмен через тропики лишь тропическими формами. Нас же интересует вопрос о происхождении бореальных, субарктических и арктических форм северных частей Атлантического и Тихого океанов.

2. П. Ю. Шмидт (1904, стр. 408—409) обращает внимание на то, что в области Панамского перешейка связь между Атлантическим и Тихим океанами существовала «до середины или до конца третичного периода» и, следовательно, имела место и общность фаун. «Обе фауны развились из одной, первоначально совершенно одинаковой или по крайней мере очень сходной в обоих океанах».

Против этого взгляда можно сделать то же возражение, что и против предыдущего: через область Панамского перешейка могли в третичное время проходить лишь тропические формы.

3. Мною (1918, стр. 1839—1840) высказано предположение, что обмен фаунами мог происходить вдоль северного побережья Азии в те эпохи, когда на месте Берингова пролива, как и теперь, было море, и когда на севере Азии было теплее чем сейчас. А это имело место а) в плиоценовое время, б) в теплое, послеледниковое (анциловое и литориновое время).

¹ Форма субтропическая и бореальная.

² То же.

а) Плиоценовое соединение. В недавнее время плиоценовая морская фауна была обнаружена в Номе на берегу Берингова пролива (Moffit, 1913). Моллюски определены известным, ныне покойным, специалистом Доллом (W. H. Dall, 1920). Наряду с исчезнувшими формами здесь найден целый ряд ныне живущих, но обитавших в более умеренных широтах, начиная от Алеутских островов к югу, каковы из моллюсков: *Trachyrhynchus lacteola*.—*Monia macroschisma*, от островов Прибылова к югу.—*Astarte diversa*.—*Astarte rollandi*, от островов Прибылова.—*Panomya arctica* var. *turgida*.—*Nucula mirabilis*, Япония.

Таким образом, в плиоценовое время у северных берегов Аляски несомненно был более теплый климат, допускавший обмен фаунами северных частей Атлантического и северных частей Тихого океанов, как я указывал в 1918 году, и в пользу чего высказывается и Dall (1920, р. 25).

Что такой обмен фаунами между областями Берингова моря и северной частью Атлантики действительно происходил в доледниковое время, об этом можно судить по замечательным, но пока зоогеографам мало известным данным, касающимся распространения моллюсков в верхнем плиоцене Англии, сообщаемым Гармером (Harmer, 1914—1925; на них ссылается и Dall, 1920). Оказывается, что в различных горизонтах верхнего плиоцена (а частью плейстоцена) Англии встречаются моллюски, ныне живущие в Беринговом море; к таковым относятся, например¹:

Liomesus canaliculatus (определение Долла, 1914)². Butleyan Crag. Плиоцен Исландии. Ныне: Берингово море, арктическое побережье Аляски (Icy Cape) (Harmer, 1914, р. 115).

Neptunea ventricosa. Waltonian Crag, Newbournian Crag, Butleyan Crag. Плейстоцен Англии. Ныне в Беринговом море; добыт также с Ньюфаундлендских банок (живой ли?) (р. 171).

Neptunea castanea. Newbournian Crag. Ныне: Берингово море, Ситха (р. 172).

Sipho herendeeni. Waltonian Crag. Ныне: Берингово море, Алеутские острова (р. 184).

Trichotropis insignis. Плейстоцен. Ныне: Берингово море, северная Япония (р. 430).

Amauropsis japonica. Butleyan Crag (?). Ныне: Япония (р. 703).

Исчезновение этих моллюсков в Ледовитом море, очевидно, есть результат ледниковой эпохи.

Весьма любопытно распространение таких моллюсков, как *Menestho albula*, который встречается у Шпицбергена, Гренландии, Лабрадора, Галифакса, северной Японии, а в ископаемом состоянии в Waltonian Crag, а также в плейстоцене Англии (Harmer, р. 581), или *Ascybia smithi*, известного у Финмаркена, Лофотенских островов, Берингова моря и берегов Новой Англии, а в ископаемом виде в плейстоцене Англии и верхнем плиоцене Исландии (р. 700).

Таких видов, которые, будучи ныне широко распространены на севере, встречаются и в верхнем плиоцене Англии, известно много. Назовем, например, *Littorina rudis*, известную в верхнем плиоцене, начиная с Butleyan Crag (Harmer, р. 653), *Sipho togatus*, известного с Waltonian Crag (Harmer, р. 180), или *S. togatus*.

¹ Последовательность ярусов верхнего плиоцена, начиная снизу, такова: Coralline Crag, Waltonian, Newbournian (Walt. + Newb. = Red Crag), Butleyan (зона *Cardium groenlandicum*), Norwich Crag (зона *Astarte borealis*), Chillesford beds, Crag of Weybourne (зона *Tellina baltica*). См. Harmer, 1914—1925.

² В работе 1921 г. Dall (р. 91) называет эту форму *Liomesus ooides canaliculatus*. *L. ooides* (1848) описан Миддендорфом из Охотского моря.

tuosus, известного в плиоцене, начиная с Coralline Crag (p. 490) или Trophon fabricii, водящегося также в Беринговом море и известного начиная с Waltonian Crag (p. 430), или циркумполярный вид Bela harpularia, известный и из Берингова моря, встречающийся с Coralline Crag (p. 287).

С другой стороны в верхнеплиоценовых отложениях¹ Атлантического побережья Северной Америки (Nantucket, Massachusetts) найдены определенные Доллом двустворчатые *Serripes laperousii* и *Masoma incongrua*, ныне живущие в Беринговом море (восточнее мыса Barrow их не находили)², но вымершие в Атлантическом океане (Wilson, 1905, p. 726—727).

Наконец, в плиоцене Nome (Берингов пролив) имеются моллюски, вымершие в Тихом океане, но живущие доселе в Атлантическом океане. К числу таковых относится бореальная *Littorina palliata*, которая в настоящее время совершенно отсутствует в Тихом океане, но водится в Атлантическом у берегов Новой Англии, Гренландии, Исландии и на восток вплоть до Белого моря (Dall, 1920, p. 26, 29; 1921, p. 5).

Таким образом, распространение всех вышеупомянутых моллюсков можно представить следующей схемой:

Современное распространение	В ископаемом виде	Пример
Циркумполярные виды, Берингово море	Плиоцен Англии	<i>Bela harpularia</i>
Шпицберген, атлантические берега Северной Америки, северная Япония	» »	<i>Menestho albula</i>
Берингово море	» »	<i>Liomesus canaliculatus</i>
Берингово море	Плиоцен Новой Англии	<i>Serripes laperousii</i>
От Новой Англии и до Белого моря	Плиоцен Берингова пролива	<i>Littorina palliata</i>
Европа, Новая Англия, Берингово море	Плиоцен Исландии, постплиоцен Англии	<i>Acrybia smithi</i>
Берингово море	Плиоцен Берингова пролива	<i>Monia macroschisma</i>

Все это показывает с несомненностью, что в плиоценовое время происходил обмен фаунами между Тихим и Атлантическим океанами через посредство Ледовитого моря, вдоль северных берегов Азии, но, возможно, также вдоль северных берегов Америки.

На какую эпоху плиоцена приходится время, когда Ледовитое море имело соединение, как и ныне, и с Тихим и с Атлантическим океанами? Надо думать, что на самый верх плиоцена, ибо в красном краге Англии (Red Crag = Waltonian + Newbournian) имеется значительная примесь холодолюбивых моллюсков: «История красного крага обнаруживает постепенное, но вместе с тем неуклонное изменение фауны—от типа средиземноморской к определенно бореальному с заметной примесью явно арктических видов» (Harmer, 1920, p. 498). Между тем в Coralline Crag, относящемся к самым низам верхнего плиоцена, северных моллюсков почти нет, а преобладают средиземноморские, откуда Гармер заключает (p. 490), что в это

¹ Таковыми их считает Dall (1920, p. 25); Wilson им приписывал (p. 727) межледниковый возраст.

² *Serripes laperousii* распространен от Берингова пролива до Хакодате и Ситхи, *Masoma incongrua*—от мыса Barrow до Японии и Калифорнии.

время область Немецкого моря имела соединение не с северными, а с южными морями.

Следует отметить, что на азиатских берегах Берингова моря за последнее время обнаружена миоценовая морская фауна моллюсков. Так, для района залива Корфа на Камчатке под 60° с. ш. описан верхний олигоцен, нижний и средний миоцен с многочисленными морскими моллюсками, среди которых попадаются и современные, например, *Masoma middendorffi*—в среднем миоцене, *M. inquinata*—в верхнем олигоцене (Хоменко, 1933). Затем третичная морская фауна, ближе не определенная, возможно миоценовая, есть и по Анадырю (Полевой, 1915).

Заслуживает упоминания следующий замечательный факт. В предположительно верхнетретичных отложениях острова Котельного (Новосибирские острова) К. А. Воллосовичем был найден зуб, который, по определению покойного А. А. Бялыницкого-Бирули, оказался принадлежащим представителю морских водных млекопитающих из вымершего семейства *Desmostylidae*. Это последнее семейство принадлежит к отряду *Sirenia*, куда относится из ныне живущих дюгонь (*Dugong* и *Manatus*) и истребленная в XVIII веке морская корова *Hydrodamalis gigantea*, жившая у побережья Командорских островов¹. Семейство *Desmostylidae* в миоцене было распространено в морях северной части Тихого океана; остатки его известны с Сахалина, из Японии, из северо-западной Америки. Надо прибавить, что некоторые (И. П. Хоменко, 1927) считают возраст интересующего нас ископаемого с острова Котельного четвертичным (см. Сакс, 1940). Как бы то ни было, замечательно, что в конце третичного или в начале четвертичного времени в море у северных берегов Сибири жил представитель тихоокеанского семейства из отряда *Sirenia*².

Таким образом, на северо-востоке Азии в миоцене и плиоцене было время³, когда здесь расстилалось море, которое, надо думать, на запад доходило до северных частей Атлантического океана.

К сожалению, верхнетретичные фауны охотско-камчатского края известны пока очень мало. Во всяком случае, все, что мы знаем о среднемиоценовой фауне Камчатки (залив Корфа), говорит не о тропической, а о бореальной фауне (Хоменко, стр. 10, 32). Отметим, что фауны среднего и верхнего плиоцена восточного Сахалина носят ясно выраженный холодноводный характер (Криштофович, 1932, стр. 229). Для калифорнийского побережья Тихого океана в настоящее время американские геологи при-

¹ Положение *Desmostylidae* в системе установлено не совсем прочно (G. G. Simpson. The principles of classification and a classification of Mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. New York, vol. 85, 1945, p. 251—252). Во всяком случае Симпсон помещает это семейство среди *Sirenia* (p. 136).

² В. Н. Сакс (1940, стр. 49) упоминает о нахождении в Усть-Енисейском порту, в одной из скажин, на 45 м ниже уровня моря, брахиоподы *Lingula hians* Swainson. В настоящее время этот вид живет в Тихом океане, но не севернее берегов Японии, где он известен также из четвертичных и плиоценовых отложений. На Камчатке *Lingula hians* обнаружена в нижнем миоцене. Повидимому, на берегах Карского моря эта брахиопода жила в третичное время. Точное определение возраста слоев, в которых найдена *L. hians*, пока невозможно, тем более, что есть предположение, что она переложена в четвертичное время (Сакс). Во всяком случае, нахождение *L. hians* в Арктике свидетельствует 1) о связи Ледовитого моря с Тихим океаном в третичное время, 2) о более теплом климате, господствовавшем тогда в Арктике.

³ Мы не хотим этим сказать, что в течение всего миоцена и плиоцена в области Берингова пролива было море. Данные зоогеографии заставляют думать, что в течение плиоцена были эпохи, когда Чукотская земля и Аляска находились в соединении. Однако Долл (1920, p. 25) высказывается даже в том смысле, что в течение миоцена и плиоцена в области Берингова пролива было более открытое водное пространство, чем теперь.

нимают постепенное охлаждение климата от эоцена до настоящего времени с коротким потеплением в верхнем постплиоцене (Smith, 1919, p. 126, 167)¹. Хоменко (1933, p. 10, 32) находит аналогию этому и на азиатском побережье, с тем различием, что в Японии имело место потепление несколько раньше, именно в нижнем плейстоцене. О более прохладном климате в области Немецкого моря в верхнеплиоценовое время, в эпоху отложения Red Crag, мы уже говорили выше.

Таким образом, бореальная, субарктическая и бореально-арктическая фауна могла найти для своего развития в верхнетретичное время в северной части Тихого океана благоприятные условия—климат не жаркий и не холодный.

К сказанному нужно прибавить, что в фауне северной части Тихого океана есть, помимо вышеупомянутых арктических, субарктических и бореальных видов², некоторые субтропические, общие с теплыми частями Атлантического, о чем в свое время писал Гюнтер (1880), настаивая на сходстве фаун Японии и Средиземного моря. Так, у берегов южной Японии (Нагасаки) есть угорь *Echelus* (= *Myrus*) *ugrapterus*, которому в Средиземном море и Бискайском заливе соответствует *E. myrus*. Южно-японскому *Sepola schlegelii* (Токио и южнее) соответствует *S. taenia* (= *rubescens*), свойственная Средиземному морю и берегам Англии до Йоркшира³. В тропиках оба эти рода, заключающие каждый лишь по два вида, отсутствуют. Такие же факты известны и для моллюсков. Так, Долл (1921, p. 6) упоминает о двух средиземноморских моллюсках, *Gibbula adriatica* и *Sumatium corrugatum*, которые в близких формах встречаются у берегов Калифорнии. Долл пишет по поводу этих моллюсков: «присутствие их здесь мне необъяснимо». По моему мнению, в верхнеплиоценовом Сибирском море должны были встречаться и названные средиземноморско-бореальные виды, которые в ледниковое время вымерли на севере, сохранившись лишь у берегов Калифорнии и Японии, а также—в форме тождественных или близких видов—в европейском Средиземном море.

б) Последлениковое соединение. После исчезновения ледника наступило время, отличавшееся климатом более теплым чем современный (анциловое и литориновое время). Тогда Берингов пролив, надо думать, уже существовал. Возможно, что за этот теплый промежуток времени некоторые морские формы умеренной зоны смогли распространиться далеко на север. Таков, например, моллюск *Mytilus edulis*, распространенный амфибореально; у северных берегов Сибири (кроме Карского моря); а также у Земли Франца-Иосифа и у Шпицбергена ныне *M. edulis* не водится, но во всех этих местах найден в ископаемом состоянии. На Шпицбергене до высоты в 20 м над уровнем моря расположены накопления раковин уже вымерших моллюсков—*Mytilus edulis*, *Littorina littorea*, *Cyprina islandica*, *Anomia squamula*, *Onoba aculeus*, *Modiola modiolus* (Odhner, 1915, p. 267)⁴. Тогда же проник до бассейна Печоры *Cardium edule* (Книпович, 1900), который в настоящее время идет на восток лишь до Кольского залива. К этому же теплему послелениковому времени относит Экман (1923, p. 54) предполагаемое распространение в Сибирском море голотурии *Psolus squamatus*.

¹ Верхнеплиоценовые отложения Nome Smith (табл. 9, также p. 139) неправильно относит к верхнему постплиоцену: работа Долла, 1920, вышла в свет позже статьи Смита.

² Из них только речной угорь (*Anguilla*) есть субтропически-бореальный вид.

³ Можно еще прибавить, что средиземноморский род рыб *Lepadogaster* (семейство Gobiessocidae), идущий на север до Шетландских островов и Трондгейма, представлен в южной Японии близким родом *Aspasma* Jordan et Fowler, 1902.

⁴ Ср. также Jensen и Harder, 1910.

В дальнейшем вопросами амфибореального распространения занималось много авторов. Из них назовем Суот-Рюена (Soot-Ryen, 1932), С. Экмана (1935), А. П. Андрияшева (1939, 1944), А. Н. Световидова (1944), А. М. Дьяконова (1945), М. А. Лаврову (1946).

Суот-Рюен обработал моллюсков, собранных в восточно-сибирском Ледовитом море во время дрейфа «Maud» в 1922—1924 годах. Он приходит к выводу (p. 32), что большая часть европейской арктической фауны получила начало в Тихом океане. В плиоценовое время эта фауна переселилась из Тихого океана в Атлантический вдоль арктических берегов Америки, откуда достигла и берегов Европы. Возможность миграций из Тихого океана на запад, вдоль Ледовитого моря, Суот-Рюен отрицает.

Без сомнения, многие виды беспозвоночных и рыб переселились из Тихого океана в Атлантический именно тем путем, какой указывают Суот-Рюен и другие авторы (Ekman, 1935, p. 266)—с запада на восток, вдоль ледовитоморского побережья Америки. Однако, как справедливо отмечает А. П. Андрияшев (1939, стр. 118), нет оснований отрицать возможность миграций из Тихого океана Ледовитым морем на запад вдоль берегов Сибири: «несомненно,—говорит он,—этим путем в доледниковое время прошла тихоокеанская минога (*Lampetra japonica*), которая оставила в сибирских реках реликтовую жилую форму *L. japonica* Kessleri. Этим же путем, по мнению Андрияшева, достигли Белого моря в послеледниковое время тихоокеанская сельдь (*Clupea harengus pallasii*) и тихоокеанская корюшка (*Osmerus eperlanus dentex*).

А. П. Андрияшев в своих работах дает подробное изложение фактов амфибореального распространения животных. Он отмечает кроме того особый амфицический тип распространения морской фауны в северной части Тихого океана. Примером может служить пелагическая рыба *Cololabis saira* из семейства макрелесуков (*Scomberesocidae*): она обычна у берегов Японии и в Японском море на север до 51° 40' с. ш., отсутствует в Охотском и Беринговом морях и у берегов Аляски и снова появляется в виде тождественной или близкой формы у берегов Британской Колумбии и южнее (Андрияшев, 1939, стр. 185). Таково же распространение в северной части Тихого океана сахалинского осетра *Acipenser medirostris*, сардины, анчоуса, японской макрели, ряда камбал и других рыб, а также десятиногих раков, изопод, иглокожих, моллюсков. Несомненно, разорванные ареалы амфицических видов некогда были сомкнуты. Насчет того, когда это происходило, А. П. Андрияшев полагает, что связь могла существовать еще в миоцене, но что свободный обмен фаунами энергично происходил в плиоценовое и межледниковое времена. Возможно, что это же явление наблюдалось и в послеледниковое теплое время, особенно для таких подвижных пелагических животных, каковы сардина, анчоус, макрель и другие. Причиной разобщения фауны было похолодание, связанное с ледниковым временем: бореальные виды были оттеснены на юг, а на севере Тихого океана вымерли или ушли оттуда. В послеледниковое теплое время происходило обратное движение на север. С этим объяснением вполне можно согласиться. И в настоящее время, в теплые годы, например в 20—30-х годах нынешнего века, многие рыбы, как мы говорили (гл. I), распространились в северном Тихом океане к северу.

К. М. Дерюгин (1928, стр. 444) предполагает, что в течение теплового послеледникового времени сельдь *Clupea harengus pallasii* могла проникнуть из Тихого океана в Белое море.

Отрицать этой возможности для сельди, а равно и для некоторых других рыб и беспозвоночных, нельзя¹.

Вообще же, как мы видели, многие современные амфибореальные виды были распространены в северных частях Тихого и Атлантического океанов еще в плиоценовое время. Многие, например, камбалы, уже успели обособиться в том и другом океане в особые виды. Поэтому большая часть амфибореальных видов ведет свое начало из плиоценового моря.

А. М. Дьяконов (1945, стр. 151), изучивший распространение современных иглокожих в Арктике и в северной части Тихого океана, приходит к выводу, что миграции фауны иглокожих происходили в теплое послеледниковое время через Берингов пролив на восток (и в гораздо меньшей степени на запад). Такие миграции осуществлялись, по мнению Дьяконова, и в плиоценовое время, но «от этой фауны в арктической области не осталось, видимо, никакого следа, так как она была уничтожена неблагоприятными условиями ледникового периода». Однако следы в Арктике должны были остаться, и в ископаемом состоянии иглокожие будут здесь со временем найдены, как были обнаружены моллюски (см. выше).

По взглядам А. Н. Световидова (1944), сельдь проникала не из Тихого океана в Атлантический, как обычно принимают, а обратно—из Атлантического в Тихий кругом северной Азии. Что касается трески, то А. Н. Световидов на основании изучения современного и прошлого распространения тресковых приходит к выводу, что тресковые развились в полярном бассейне, «климатические условия которого в палеогене приблизительно соответствовали современным условиям северных частей Атлантического и Тихого океанов». Треска, говорит Световидов, прошла из Атлантического океана в Тихий кругом арктических берегов Америки. За это говорит современное распространение широкополых форм трески—беломорской *Gadus morhua maris-albi*, гренландской *G. morhua ogas* и тихоокеанской *G. morhua macrocephalus*—и экологическая близость тихоокеанской трески и гренландской. Причину такого различия между сельдью и треской в путях расселения А. Н. Световидов видит в сравнительном опреснении Сибирского моря, вследствие чего стеногалинные морские животные, как треска, совершали переселения вдоль северных берегов Америки, а более евригалинные, какова сельдь,—кругом северной Азии. Согласно М. А. Лавровой (1946), миграции моллюсков происходили в последнее межледниковое время, в течение бореальной трангрессии.

Литература

- Андрюшаев А. П. Очерк зоогеографии и происхождения фауны рыб Берингова моря и сопредельных вод. Изд. Ленингр. ун-в., 1939, 186 стр.
- Андрюшаев А. П. Об амфиоцифическом (японо-орегонском) распространении морской фауны в северной части Тихого океана. Зоологический журнал, 1939, вып. 2, стр. 181—194.
- Андрюшаев А. П. Прерывистое распространение морской фауны в северном полушарии. Природа, 1944, № 1, стр. 44—52.
- Агамбург С. Les poissons fossiles d'Oran. Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie, 1-re série, paléontologie, № 6, Alger, 4°, 1927, 298 pp. + Atlas.
- Берг Л. С. Рыбы бассейна Амура. Зап. Академии наук (8), физ.-мат. отд., XXIV, № 9, 1909, VII+270 стр.
- Берг Л. С. О причинах сходства фауны северных частей Атлантического и Тихого океанов. Изв. Академии наук, 1918, стр. 1835—1842.
- Берг Л. С. Биоплярное распространение организмов и ледниковая эпоха. Изв. Академии наук, 1920, стр. 273—302. Также в этом сборнике стр. 428—455.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР. 3-е изд., I, 1932; II, 1933.

¹ Ср. также Hofsten, 1915, p. 259; Ekman, 1923, p. 54.

- Wilson J. H. The pleistocene formations of Sankaty Head, Nantucket. Journ. Geology, XIII, 1905, p. 713—734.
- Dall W. H. Pliocene and Pleistocene fossils from the Arctic coast of Alaska and the auriferous beaches of Nome, Norton Sound, Alaska. U. S. Geol. Survey, Profess. Paper, 125-G, 1920, p. 23—37.
- Dall W. H. Summary of the marine shellbearing mollusks of the northwest coast of America, from San Diego, California, to the Polar Sea. U. S. Nat. Museum, Bulletin, № 412, 1921, pp. 217.
- Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования. Зап. Академии наук (8), XXXIV, № 1, 1915, IX+929 стр.
- Дерюгин К. М. Фауна Белого моря и условия ее существования. Исследования морей СССР, № 7—8, 1928, XII+511 стр., изд. Гидрол. инст.
- Дьяконов А. М. Иглокожие северных морей. Определители по фауне СССР, изд. Зоол. инст. Академии наук, Л., 1933, 166 стр.
- Дьяконов А. М. Взаимоотношения арктической и тихоокеанской морской фауны на примере зоогеографического анализа иглокожих. Журнал общей биологии, VI, 1945, № 2, стр. 125—153.
- Ekman Sven. Ueber *Psolus squamatus* und verwandte Arten. Arkiv för Zoologi, XV, 1923, № 5, p. 1—59.
- Ekman Sven. Prinzipielles über die Wanderungen und die tiergeographische Stellung des europäischen Aales, *Anguilla anguilla* (L.). Zoographica, I, 1932, Heft 2, p. 85—106.
- Ekman Sven. Biologische Geschichte der Nord- und Ostsee. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Lieferung 23, Leipzig, 1933, 40 pp.
- Ekman Sven. Tiergeographie des Meeres. Leipzig, 1935, XII+542 pp.
- Günther A. Introduction to the study of fishes. London, 1880. Немецкий перевод: Handbuch der Ichthyologie, Wien, 1886, p. 179.
- Harmer F. W. The Pliocene Mollusca of Great Britain (Palaeontographical Society), London, 1914—1925, 900 pp.
- Hubbbs C. L. The Japanese flounders of the genera *Tanakius*, *Microstomus* and *Glyptocephalus*. Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, № 249, 1932, p. 8.
- Hofsten Nils. Die Echinodermen des Eisfjords. K. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar, Bd. 54, № 2, 1915, 282 pp.
- Hofsten Nils. Die Decapoden Crustaceen des Eisfjords, ibidem, 1916, № 7, 108 pp.
- Jensen Ad. S. and Harder P. Postglacial changes of climate in Arctic regions as revealed by investigations of marine deposits. «Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit», Stockholm, 1910, p. 399—407.
- Knipowitsch N. Zur Kenntniss der geologischen Geschichte der Fauna des Weissen und des Murman-Meeres. Verhandl. Miner. Gesell., XXXVIII, 1900, p. 139 (также p. 161).
- Криштофович А. Н. Геологический обзор стран Дальнего Востока. Л. 1932, 332 стр.
- Лаврова М. А. О географических пределах распространения бореального моря. Труды Инст. геогр. Академии Наук СССР, XXXVII, 1946, стр. 65—79.
- Moffit F. Geology of the Nome and Grand Central Quadrangles, Alaska. Bull. U. S. Geol. Survey, № 533, Washington, 1913.
- Обручев С. В. Древнее оледенение и четвертичная история Чукотского округа. Изв. Академии наук СССР, серия географ. и геофиз., 1939, стр. 129—145.
- Odhner N. H. Die Molluskenfauna des Eisfjords. K. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 54, № 1, 1915, 274 pp.
- Сакс В. Н. К познанию позднетретичной истории северного полярного бассейна. «Проблемы Арктики», № 9, 1940, стр. 46—52.
- Световидов А. Н. О чертах сходства и различия в распространении, экологии... между треской и океанической сельдью. Зоол. журн., 1944, вып. 4, стр. 146—155.
- Смирнов Н. А. Определитель ластоногих (Pinnipedia) Европы и северной Азии. Изв. Отд. прикл. ихт., IX, вып. 3, 1929, стр. 231—268.
- Smith J. P. Climatic relations of the Tertiary and Quaternary faunas of the California region. Proc. Calif. Acad. of Sciences (4), IX, № 4, 1919, p. 123—173.
- Soort-Ruyen T. Pelecypoda, with a discussion of possible migrations of Arctic pelecypods in Tertiary times. The Norwegian North Polar Expedition with the «Maud» 1918—1925, Scientific results, V, № 12, Bergen, 1932, 36 pp., 4°.
- Хоменко И. П. О возрасте третичных отложений побережья залива Корфа на Камчатке. Труды Дальневост. геолого-развед. объедин., М. Л., 1933, № 287, стр. 1—32.
- Шмидт Н. Ю. Рыбы дальневосточных морей. СПб., 1904, стр. 394—419.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

БИПОЛЯРНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ
И ЛЕДНИКОВАЯ ЭПОХА¹

Уже давно подмечено, что у берегов Новой Зеландии водятся некоторые животные, свойственные морям, омывающим Англию, но отсутствующие в теплых морях. Вообще в умеренных широтах южного полушария мы встречаем ряд форм, тождественных с формами умеренных широт севера или близких к ним (относящихся к тому же роду). Этой своеобразной и загадочной особенности географического распространения было дано название биполярности.

Не только о причинах этого любопытного явления, но и о самой реальности его существует разногласие. Некоторые утверждают, что никаких биполярно распространенных животных, вообще говоря, нет. К такому результату пришел, например, известный бельгийский зоолог и палеонтолог Долло, исследовавший антарктических рыб, собранных экспедицией «Belgica». Сравнив рыб, встречающихся к северу и к югу от полярных кругов обоих полушарий, Долло убедился, что между ними нет ничего общего, за исключением разве некоторых космополитов (например, скатов, Raja) или глубинных рыб (например, Scopelidae), не имеющих значения в интересующем нас вопросе². Подтвердив то же для птиц и млекопитающих, Долло заключает, что теория биполярности, ложная в самом своем основании, должна быть отвергнута³.

Но в своем рассуждении Долло допускает одну весьма существенную ошибку. Биполярными являются организмы вовсе не арктических широт, а умеренных.

Об этом противники биполярности могли бы найти очень интересные соображения не у кого иного, как у Дарвина, если бы они его читали. В главе XII «Происхождения видов» (1859) великий натуралист, отметив, что в горах тропиков, а также в горах южной Австралии и на Новой Зеландии встречаются европейские растения, отсутствующие на низменностях тропиков, продолжает: «Отсюда мы видим, что известные растения, произрастающие на более высоких горах тропической зоны во всех частях света и на равнинах умеренных зон северного и южного

полушария⁴, являются или теми же самыми видами, или разновидностями одних и тех же видов. Как бы то ни было, следует иметь в виду, что эти растения не являются арктическими и в точном смысле этого слова⁵, потому что, по замечанию Уатсона, альпийские или горные флоры, по мере отступления от полярных к экваториальным широтам, становятся всё менее и менее арктическими».

Кажется, нельзя выразиться более определенно, чем это сделал Дарвин. Несколькими строками ниже, описывая северные растения в горах тропиков, Дарвин снова несколько раз называет их «формами умеренных зон», «умеренными европейскими формами», «умеренными формами».

Если бы Долло занялся сравнением не околополярных рыб, а тех, что водятся у берегов южной Австралии, Новой Зеландии, южной Африки, Патагонии, Чили, с рыбами берегов западной Европы, Японии или умеренных широт Северной Америки, то он пришел бы к совершенно другому результату, как я постараюсь показать в настоящей статье.

Что же касается до причин биполярного распространения морских организмов, то для меня не подлежит сомнению, что это явление в основном обусловлено охлаждением тропических частей океанов в ледниковое время. Небольшое понижение температуры жаркой зоны позволило многим северным водным формам пересечь тропики и заселить умеренные широты южного полушария.

Мы не будем останавливаться здесь на беспозвоночных, так как достаточно примеров из этой области приведено в хорошо известной работе К. М. Дерюгина⁶. Укажем только на несколько ярких случаев биполярного распространения низших животных. Таковое показывает геофитрия *Priapulius caudatus*, гидроид *Campanularia verticillata*, полихеты *Terebellides strömi*, *Maldane sarsi*, ракообразные из рода *Nebalia*, моллюски *Mytilus edulis*, *Astarte banksi* и другие⁷.

ЯВЛЕНИЕ БИПОЛЯРНОСТИ СРЕДИ ВОДНЫХ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Морской слон, *Macrorhinus angustirostris* из семейства Phocidae, встречается у берегов Калифорнии, на юг до 24° 40' с. ш. Близкий вид,

¹ Подчеркнуто мною. Л. Б.

² Точнее говоря, главную массу биполярных организмов составляют формы, населяющие субарктическую и бореальную области океанов. Согласно определению К. М. Дерюгина (Зап. Академии наук, физ.-мат. отд. (8), XXXIV, № 1, 1915, стр. 717—718), южная граница арктической области идет в Атлантическом океане от Белого моря к о-ву Медвежьему, к южной оконечности Шпицбергена, к северной Исландии, к Гренландии и приблизительно к заливу Св. Лаврентия; южная граница субарктической — от Bodø (Норвегия) к мысу Код, включая Фарерские о-ва, южное побережье Исландии и Кольский залив; к югу от субарктической области расположена бореальная, обнимающая воды океана с температурой от 5—6° до 20°.

³ К. М. Дерюгин. Космополитизм и биполярная теория, в: Фауна Кольского залива и условия ее существования. Зап. Академии наук по физ.-мат. отд. (8), XXXIV, № 1, 1915, стр. 854—875.

⁴ Весьма любопытно распространение морских водорослей. Г. Муггау и Е. Вартоп (1895) приводят 54 вида Фусасеае, общих северному и южному полушариям, но не встречающихся в тропиках. Гигантская морская водоросль *Macrocystis pyrifera*, распространенная по западному побережью Америки от Ситхи до мыса Горн, отсутствует на протяжении от Нижней Калифорнии до северного Перу (см. Р. С. Мугру. Geogr. Review, 1923, № 1, р. 84). См. также: Т. Щапова. Биполярное распространение некоторых видов бурых водорослей. Доклады Академии наук СССР, LI, № 5, 1946, стр. 453—456.

⁵ Климат и жизнь.

¹ Впервые появилось в Изв. Академии наук, 1920, стр. 273—302. Здесь печатается в дополненном виде.

² L. D'ollo. Poissons, в: Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897—1898—1899, Zoologie. Anvers, 1904, p. 199.

³ D'ollo, l. c., p. 205. В такую же ошибку впадает Стясны (G. Stiasny. Das Bipolaritätsproblem. Archives néerlandaises de zoologie, Leiden, I, 1934, p. 35—53).

почти истребленный, *M. leoninus*, водится у берегов Перу и Чили, Южной Георгии, Новой Зеландии, Тасмании, южной Австралии, островов Крозе, Кергелен и других¹. Род *Macrorhinus*—типично биполярный. Возможность нахождения его в тропиках исключается. Вместе с тем это род вовсе не арктических, а умеренных широт.

Морские коты—род *Arctocephalus* из семейства *Otariidae*, или ушастых тюленей—заклучает два подрода: 1) *Callotaria*, куда относится котик Командорских островов (*A. ursinus*) и близкие формы северной части Тихого океана, и 2) *Arctocephalus* в узком смысле. Этот последний подрод включает несколько близких видов, распространенных биполярно, именно: *A. australis*, водящийся у берегов Южной Америки от мыса Горн и на север вплоть до Рио-Жанейро (под тропиком Козерога) и островов Галапагос (под экватором²). Близкий вид, *A. townsendi*, недавно водился у берегов южной Калифорнии, *A. gazella* встречается у острова Кергелен, *A. pusillus* у южной Африки и у острова Крозе, *A. forsteri* у южных берегов Австралии, Новой Зеландии, островов Св. Павла и Амстердама. Таким образом, перерыв в распространении видов рода *Arctocephalus* в Тихом океане охватывает лишь берега Центральной Америки.

Сивуч, *Eumetopias lobatus*, из того же семейства ушастых тюленей, распространен у берегов Японии, а затем, после значительного перерыва, мы находим его у берегов Новой Зеландии и Австралии.

Кит, *Balaena (Eubalaena) glacialis*, водится в северной части Атлантического океана от Медвежьего острова и Нордкапа до Средиземного моря и Мадеры, а в Северной Америке от входа в Дэвисов пролив и от южного и юго-западного берега Гренландии до южной Каролины и Бермудских островов. Ни в Мексиканском заливе, ни в Карибском море этот вид не встречается³. Тропическая зона для него в настоящее время совершенно непроходима. В южной части Атлантического океана этот кит представлен близким видом *B. australis*, некоторыми соединяемым в один вид с *B. glacialis*. Распространение *B. australis* таково: южная Бразилия на север до 27° ю. ш. (Santa Catharina), Аргентина, Патагония, мыс Горн, Чили (Coquimbo), остров Тристан-да-Кунья, бухта Альгоа, мыс Доброй Надежды. Наконец, в северной части Тихого океана встречается весьма близкий вид или подвид, *B. sieboldi*, водящийся от Алеутских островов до Калифорнии и Японии. Замечательно, что рачок *Calanus helgolandicus*, составляющий пищу кита, встречается у берегов западной Европы (начиная от Немецкого моря к югу), а затем—у Новой Зеландии⁴. В предыдущем мы рассмотрели комплекс видов или подвидов, группирующихся около *B. glacialis*; все это киты умеренных, не арктических, широт. Напротив, типично арктический, гренландский кит, *B. mysticetus*, не имеет представителя в Антарктике.

¹ Murphy. L. c., 82 p.

² Замечательно, что еще Стеллер (G. W. Steller. De bestiis marinis. Novi Commentarii Acad. Petropol., II (1749), 1751, p. 358—359) обратил внимание на нахождение котиков с одной стороны в северном полушарии на о-ве Беринга, а с другой—в южном, на о-вах Хуан-Фернандес (под 33° 45' ю. ш., принадлежат Чили). Котик о-ва Беринга—это *Arctocephalus (Callotaria) ursinus*, котик о-вов Хуан-Фернандес, о котором Стеллер имел сведения по описаниям Дампье (Dampier), это *Arctocephalus (Arctocephalus) australis philippii*.

³ О распространении *B. glacialis* см. J. A. Allen. The North Atlantic right whale. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIV, New York, 1908, p. 312. Ср. также Trouessart. Catal. mammalium, II, 1898—1899, p. 1090, 1359; suppl. IV, 1905, p. 787.

⁴ Напротив, *Calanus hyperboreus* есть типично арктическая форма, водящаяся к северу от 60° с. ш. В Антарктике она не найдена.

Кит из семейства *Physeteridae*, *Berardius* представлен двумя видами: один, *B. arnouxii*, водится у берегов Новой Зеландии и острова Чатам (Chatham), другой, *B. bairdi*, в Беринговом море.

Дельфин, *Grampus griseus*, встречается в северных частях Атлантического океана у берегов Европы на юг до Средиземного моря и до Америки, а также в северных частях Тихого океана на юг до Японии, Китая и Калифорнии; затем—у мыса Доброй Надежды, у Сиднея¹ и у Новой Зеландии.

Нельзя себе представить, чтобы перечисленные млекопитающие, при современных климатических условиях, могли пересечь тропики и распространиться таким путем из северного полушария в южное.

ЯВЛЕНИЕ БИПОЛЯРНОСТИ СРЕДИ МОРСКИХ РЫБ

Явление биполярности широко распространено среди морских рыб, но относящиеся к этому вопросу факты до сих пор мало обращали на себя внимание ученых. Вследствие недостаточной исследованности тропических морей обычно считали, что виды, общие умеренным широтам севера и юга, встречаются в тропиках, но пока там не обнаружены. Биполярность принимали за космополитизм.

Нижеследующее представляет собой первую попытку дать обзор биполярности среди рыб. Мы упоминаем лишь о случаях биполярного распространения тождественных форм или подвидов или близких видов, не касаясь здесь тех, весьма нередких случаев, когда в обоих полушариях водятся резко различные виды одного рода.

1. Род *Engraulis*, анчоус, или хамса, пелагическая рыба из семейства *Engraulidae*, близкого к сельдям (*Clupeidae*), распространен в умеренных широтах северного и южного полушарий. В тропиках он отсутствует. В роде *Engraulis* известны следующие, весьма близкие виды:

а) *E. encrasicolus*, в Европе от Бергена (и даже немного севернее, от 61° 30' с. ш.) и Балтийского моря на юг до Средиземного и Черного морей; у берегов Африки до Сенегала (*Rufisque*)².

б) *E. capensis*³. Южная Африка: от Кептауна до Наталя.

в) *E. japonicus*. Южный Сахалин, залив Декастри и на юг до Фузана (Корея), Япония.

г) *E. mordax*. От Ванкувера до южной Калифорнии.

д) *E. ringens*. Перу, Чили.

е) *E. australis* (= *E. encrasicolus* var. *antipodum*)⁴. Юг Австралии, Тасмания, Новая Зеландия.

Таким образом, в тропических частях Атлантического, а особенно Тихого океанов анчоус отсутствует. Представителей рода *Engraulis* нет ни на Гавайских островах, ни вообще в Океании, ни на Филиппинах.

2. Кильки, виды пелагического рода *Sprattus* (близкого к сельдям, *Clupea*), распространены у берегов Европы от Норвегии до Черного моря, а затем у берегов Огненной Земли и Фалькландских островов (*Sp. fuegensis*), а также у берегов южной Австралии, Тасмании (*Sp. bassensis*) и Новой Зеландии (*Sp. holodon*).

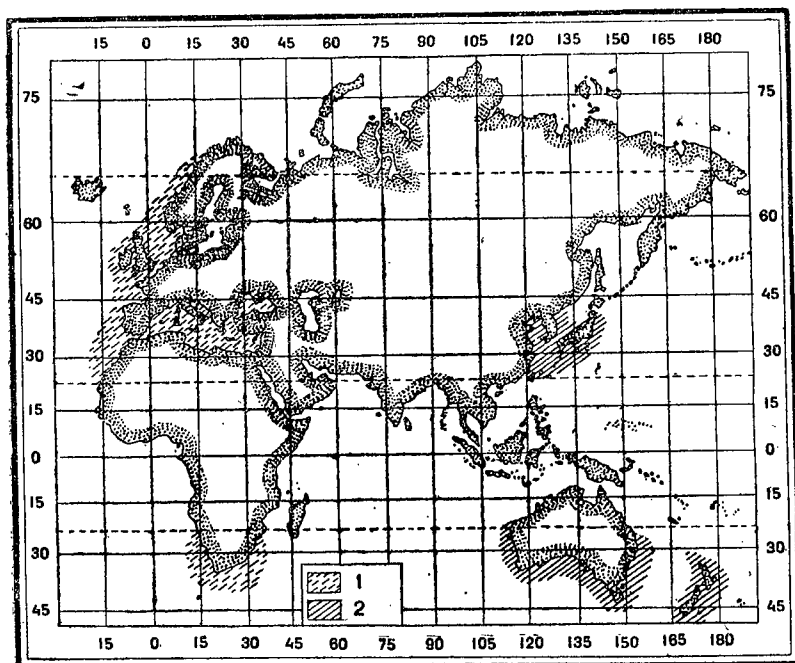
¹ E. Troughton. Proc. Zool. Soc., London, 1931, p. 565—569.

² J. Pellegrin. Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux, LXII, 1907, p. 82.—Gravel (C. R., vol. 157, 1913, p. 1468) указывает анчоуса даже для французской Гвинеи.

³ Gilchrist. Marine Biol. Report South Africa, I, 1913, p. 55.

⁴ A. R. Mac Culloch. A Check-list of the fishes recorded from Australia. The Australian Museum, Memoirs, V, Sydney, 1929, p. 42.

3. Чрезвычайно любопытно распространение пелагического рода сардинок¹. Тихоокеанская сардинка *Sardinops sagax* была описана под различными названиями; в большом количестве она водится у берегов Японского моря и в теплые годы доходит на север до восточных берегов Камчатки (*S. melanosticta*), затем встречается у берегов Америки на юг до южной Калифорнии (*S. coerulea*); далее, после перерыва в тропиках, оказывается в Перу и Чили (*S. sagax*). Помимо того, она имеется и у южной Африки (*S. ocellata*). Наконец, близкий вид *S. neopilchardus*, распространен у берегов Новой Зеландии, Тасмании и Австралии. Как взрослые *S. sagax*, так и молодь ее и икра являются пелагическими. И



Биполярное распространение рыбы—морского петуха (*Trigla lucerna*):
1—*Trigla lucerna*; 2—*Trigla lucerna kumu*. (Из Световидова, 1936)

европейская сардинка (*Sardina pilchardus*) и тихоокеанская (*Sardinops sagax*) не переходят в воду более теплую чем 20°². Таким образом, изотерма в 20° есть в северном полушарии южный, а в южном—северный предел распространения сардинок. Очевидно, некогда *S. sagax* была распространена космополитично, занимая не только умеренные широты, но и тропики. Затем в тропиках она вымерла. Причину распространения сардин в тропиках, по справедливому предположению Ригана, могло послужить охлаждение тропиков, имевшее место в ледниковую эпоху.

4. Морской петух, *Trigla lucerna*, прибрежная донная рыба из семейства Triglidae, распространен у берегов Европы и на юг до Канарских островов. Затем, после большого перерыва, рыба эта снова появляется у берегов южной Африки, не переходя к северу за тропик Козерога. Тот

же вид, но в качестве подвида куми появляется у берегов восточной Азии и у берегов Австралии. Этот восточный подвид тоже распространен биполярно: с одной стороны, у берегов Японского, Желтого и Южно-китайского морей, а с другой—после большого перерыва—у южных берегов Австралии, а также у берегов Тасмании и Новой Зеландии. В тропиках *T. lucerna* (равно, как и подвид куми) отсутствует¹.

5. Весьма замечательно распространение рода *Zeus* (сем. Zeidae). В восточной части Атлантического океана, от Бергена до Мадеры, Азорских и Канарских островов и Сенегала², встречается *Zeus faber*. Этот же вид или подвид (*australis*) известен у берегов южной Австралии, Новой Зеландии; ни в Индии, ни в Океании представителей р. *Zeus* нет. Вид, весьма близкий или тождественный с *Z. australis*, именно *Z. japonicus*, появляется у берегов Японии (от Токио до Нагасаки, Цусимы), у Фузана. Наконец, у мыса Доброй Надежды и у берегов Наталя водится близкий вид *Z. capensis*³, возможно даже тождественный с *Z. australis*⁴.

6. Род *Sebastodes*⁵, из семейства Scorpaenidae, близкий к североатлантическому *Sebastes*, широко распространен в северной части Тихого океана: у берегов Японии, в Японском и частью в Желтом морях (у Порт-Артура) около 25 видов; по американскому побережью около 50 видов. При берегах Америки виды рода *Sebastodes* внезапно исчезают у южной Калифорнии (Jordan and Evermann), а затем, после перерыва, весьма близкие виды снова появляются у берегов Перу (Callao) и Чили. Один вид, *S. capensis*, встречается у мыса Доброй Надежды и у островов Gough и Тристан д'Акунья. Насколько близки виды, встречающиеся в разных концах океана, можно судить по тому, что Штейндахнер считал южноафриканский *S. capensis* тождественным с чилийским *S. oculatus*.

7. Полярная акула *Somniosus microcephalus* водится в Белом и Баренцовом морях и у берегов западной Европы на юг до устья Сены; по американскому побережью спускается на юг до мыса Код. Затем встречается в северной части Тихого океана: от Берингова моря на юг до Японии и Орегона. Тот же вид или близкая форма обнаружена у острова Маска-гье, к югу от Новой Зеландии⁶. Нужно заметить, что полярная акула встречается до глубин в 400—500 м.

8. Гигантская акула, *Cetorhinus maximus* (или *Selache maxima*), своим распространением, образом жизни и даже внешней формой напоминает кита *Balaena glacialis*. Она тоже избегает арктических широт и у берегов Гренландии не водится. В Европе она встречается от западного Мурмана до Адриатического моря, а также у Исландии; в Америке—на юг до Виргинии. В Тихом океане найдена у берегов Калифорнии (Monterey) и Японии, а затем у берегов южной Австралии и Тасмании⁷. Эта акула—животное пелагическое, и питается планктонными ракообразными.

9. Другая, еще более тепловодная акула, *Lamna cornubica*, у берегов Европы известна от Мурмана до Греции; по американскому побережью

¹ На биполярное распространение этого вида указал А. Н. Световидов Сем. Triglidae в «Фауна СССР», Рыбы, изд. Академии наук СССР, 1936, стр. 8—9, откуда заимствована нами карта.

² Pellegrin, l. c., p. 90 (entre Rufisque et Dakar).

³ Gilchrist and Thomson. Annals S. African. Mus., VI, 1908—1910, p. 250.

⁴ O *Zeus australis* см. Lütken. Spolia Atlantica, Vid.-Selsk. Skr. (5), nat. og math. Afd., XII, № 6, 1880, p. 554—555 (146—147).

⁵ Род этот мы понимаем в том объеме, как и Jordan and Evermann. Fishes of North America, II, 1898, p. 1765.

⁶ C. Tate Regan. Ann. Mag. Nat. Hist. (8), XVIII, 1916, p. 378.

⁷ См. Л. Берг. Фауна России. Рыбы, I, СПб., 1911, стр. 57—58.

¹ C. Tate Regan. The British fishes of the subfamily Clupeinae and related species in other seas. Ann. Mag. Nat. Hist. (8), XVIII, 1916, p. 1—19.

² Regan. L. c., p. 15, карта.

идет до Новой Англии и южнее. В северной части Тихого океана распространена на юг до залива Петра Великого, Японии и Калифорнии. Отсутствуя в тропиках, снова появляется у берегов Новой Зеландии, Тасмании, южной Австралии¹.

10. Прибрежная акула из семейства Galeidae, *Galeus*, представлена, повидимому, всего одним видом *G. galeus*, распадающимся на несколько подвидов. Она водится у берегов Европы (один экземпляр был пойман у восточных берегов Северной Америки, именно у Long Island), затем у мыса Доброй Надежды, у берегов Японии на юг до Формозы (subsp. *japonicus*), у Гавайских островов, Калифорнии, Перу (*zyopterus*), Чили (subsp. *chilensis*?) и наконец (subsp. *australis*?) у Австралии и Тасмании².

Таких примеров можно было бы привести еще немало. Отметим еще, что попадаются виды, которые в одних океанах биполярны, а в других распространены и в тропиках. Так, акула *Alopias vulpes* в Тихом океане в тропиках, у западных берегов Центральной Америки, не водится, будучи, однако, распространена у Калифорнии с одной стороны, у берегов Чили—с другой; в Индийском же океане она встречается и в тропиках.

В заключение приведем пример биполярности, где виды хорошо обособлены друг от друга, частью даже принадлежат к разным под родам. Близкое к семейству Serranidae, но характерное своими клювообразно сросшимися зубами, семейство Hoplognathidae состоит из одного рода *Hoplognathus* (*Hoplegnathus*, *Oplegnathus*) с следующими видами, из коих первые четыре образуют подрод *Scarostoma*:

H. fasciatus (Schlegel). Япония, от Аомори до Нагасаки. Фузан.

H. punctatus (Schlegel). Япония, от Токио до Нагасаки.

H. insignis (Kner). Сев. Перу, о-ва Галапагос.

H. robinsoni Regan³. Наталь.

H. souwayi Rich. (= *H. rappei* Casteln.). Кэптаун—Наталь.

H. woodwardi Waite. Западная Австралия. Тасмания.

О ПРИЧИНАХ БИПОЛЯРНОСТИ

Существует много попыток объяснить загадочное явление биполярности, в реальности которого после многочисленных, приведенных выше примеров (см. также Дерюгин, 1915), сомневаться невозможно.

1. Один из первых, обративших внимание на биполярное распространение морских животных, был Дана (J. Dana). Он в 1854 году указал на сходство фауны десятиногих раков у берегов Новой Зеландии и Великобритании: и там, и тут встречаются роды *Cancer*, *Portunus*, *Palaemon*, отсутствующие в тропиках⁴. Тот же автор приводит несколько видов ракообразных, общих берегам Наталь и Японии, но не встречающихся в промежуточных морях⁵. О происхождении этого явления Дана рассуждает так. Особенности географического распространения организмов могут быть обязаны одной из двух причин: во-первых, независимому образованию видов и там и здесь (*original local creations*); во-вторых—переселениям⁶. Если

¹ Л. С. Берг. Фауна России. Рыбы. стр. 54.—Mac Culloch. L. c., p. 14.

² О распространении р. *Galeus* см. в дельной работе R. Engelhardt. Tiergeographie der Selachier. Beiträge zur Naturgeschichte Ostasiens. Abhandl. II Kl. bayr. Akad. Wiss., IV Suppl.-Bd., 3 Abhandl., München, 1914, p. 31 (в этой же работе вообще данные о распространении *Selachii*).

³ C. T. Regan. Annals Durban Museum, I, pt. 3, 1916, p. 168—169.

⁴ James D. Dana. On the geographical distribution of Crustacea. Amer. Journ. of Science and Arts (2), XVIII, 1854, p. 36 (отт.)

⁵ L. c., p. 37.

⁶ L. c., p. 37.

мы имеем перед собою сходство в видовом или родовом отношении среди животных, обитающих в умеренных поясах обоих полушарий, то у нас, говорит он, нет выбора: гипотеза миграций здесь неприменима, и мы вынуждены принять для Великобритании (*Palaemon squilla*) и Новой Зеландии (*P. affinis*) независимое образование видов. Сообразно с почти одинаковыми физическими условиями того и другого места, там и здесь получились почти тождественные виды¹.

Таким образом, Дана защищает гипотезу независимого (или, как теперь говорят, полигонного или полигенного) образования тождественных или близких видов в разных местах.

2. Довольно сходный взгляд развивает Эттингсгаузен в отношении растений. По его мнению, из однородного материнского материала могут в разных местах получиться тождественные роды и виды². В качестве примеров Эттингсгаузен приводит между прочим род осок (*Carex*), распространенный в умеренных частях северного полушария, а затем—в горах и в умеренных областях Австралии, в Новой Зеландии и на Тасмании. Сюда относятся, например, *Carex echinata*, *C. paniculata*, *C. vulgaris*, *C. acuta* и многие другие³. Отличием от точки зрения Дана является допущение наличия однородного основного материала, из которого образовались сходные или тождественные формы в обоих полушариях.

Не отрицая принципиальной правильности точки зрения Эттингсгаузена⁴, мы полагаем, что для биполярных видов растений гораздо правдоподобнее теория переселения из одного полушария в другое. Мы увидим ниже, что для некоторых американских биполярных видов прослежены все этапы переселения с севера на юг вдоль цепи Анд.

3. Р. Гессе высказывает предположение, что некоторые биполярные организмы могли развиваться независимо в северном и южном полушариях, из тепловодных форм, распространенных в тропических водах. Так, глобигерина *Globigerina pachyderma*, свойственная Арктике и Антарктике, но отсутствующая в промежуточной области, представляет собою местную форму от водящейся в промежуточной зоне тепловодной *G. dutertrei*, из которой и получила начало с одной стороны арктическая *G. pachyderma*, с другой—антарктическая, обе—под влиянием низких температур⁵.

Такая возможность не исключена. Однако для громадного большинства биполярных форм можно утверждать, что их прародиной не являются теплые воды, что они, напротив, избегают тропической зоны.

Подобным образом Ирмшер (1922)⁶, основываясь на биполярном распространении некоторых наземных растений (*Euphrasia*⁷, *Gen-*

¹ James D. Dana, p. 42.

² C. Ettingshausen. Zur Theorie der Entwicklung der jetzigen Floren der Erde aus der Tertiärfloren. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl., Bd. CIII, Abth. 1, 1894, p. 309—310.

³ L. c., p. 319—322.

⁴ Политопное происхождение растительных форм защищают также Briquet и Engler. См. об их взглядах у J. P. Lottu. Vorlesungen über Deszendenztheorien, Jena, II, 1908, p. 483—496. Ср. также Л. С. Берг. Номогенез. II, 1922, стр. 238—242.—E. Du Rietz. Problems of bipolar plant distribution. Acta phytogeograph. suecica, XIII, 1940, p. 227, 230, p. 263 (для *Carex pyrenaica*).

⁵ R. Hesse. Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena, 1924, p. 293.

⁶ E. Irmscher. Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. Studien zur genetischen Pflanzengeographie. Mitteil. aus dem Institut f. allgem. Botanik in Hamburg, V, 1922 (p. 17—235, с 24 картами распространения растений), p. 206. Автор придерживается теории передвижения полюсов и смещений материков.

⁷ Род *Euphrasia* распространен в северном полушарии (кроме Африки), отсутствует в тропиках, затем снова появляется в Чили, южной Австралии, Тасмании, Новой Зеландии.

tiana, Lythrum, Umbelliferae, Cruciferae и других), утверждает, что заселение умеренных широт происходило из тропиков в обе стороны—на север и на юг; потомки тропических растений приспособились к умеренным климатам.

4. Théel (1886) и Г. Пфеффер (1891)¹ полагали, что вплоть до начала третичного периода зоогеографических зон на Земле не существовало. Была единая, распространенная космополитическая фауна. Затем условия изменились. Современные биполярные формы есть остатки (реликты) прежней однородной фауны, сохранившейся без изменения (или почти без изменения) в приполярных странах, тогда как в тропиках соответственные виды вымерли или изменились. Эта гипотеза явно несостоятельна. Во-первых, климатические, а, стало быть, и фаунистические зоны были выражены и в дочетичное время, например, в течение мелового периода (см. гл. X). Во-вторых, как указывает Ортман², варьировать должны были скорее околополярные организмы, где, в результате наступления холода, сильно изменились условия, и сравнительно мало изменений следует ожидать у тропической фауны, где условия жизни с нижнетретичного времени остались приблизительно одинаковыми.

5. Murray (1896) указывает на возможность миграций глубинной фауны от тропиков к полюсам. После того как с охлаждением полюсов фауна здесь должна была вымереть, приполярные области снова заселились путем миграции с глубин, где была всегда однообразная фауна. Но приведенные нами выше факты как раз касаются прибрежных, частью даже пелагических форм (во всяком случае не строго глубоководных форм), почему эта теория, независимо от других возражений, какие можно выставить против нее, отпадает.

6. Ортман (1897) обращает внимание на возможность, для прибрежных организмов, современных миграций вдоль западных берегов Африки и Америки, где существуют холодные течения и выходят на поверхность холодные глубинные воды³. Однако сплошной полосы холодной воды вдоль западных берегов материков нет, и на пути, в тропиках, имеется барьер в виде теплой воды.

7. Еще знаменитый Росс, кажется первый, во время своего антарктического плавания 1839—1843 годов, обративший внимание на явление биполярности среди глубинных форм, высказал предположение, что организмы могли проникнуть из Арктики в Антарктику лишь через посредство г л у б и н⁴. На эту возможность указывает и Ортман. Так, десятиногие раки из рода *Pontophilus* представлены в северном полушарии свыше чем десятком видов; в южном же—два вида: один у Новой Зеландии, другой—у южной Австралии. Но некоторые из северных видов этого рода обнаруживают склонность к глубинной жизни, а в тропиках на глубинах найдены виды, спускающиеся на несколько тысяч метров⁵.

Однако имеется целый ряд биполярных форм, принадлежащих к чисто поверхностным организмам, например, киты.

¹ G. Pfeffer. Versuch über die erdgeschichtliche Entwicklung der jetzigen Verbreitungsverhältnisse unserer Tierwelt. Hamburg, 1891, p. 17.

² A. E. Ortmann. Ueber «Bipolarität» in der Verbreitung mariner Tiere. Zool. Jahrbücher, Abt. Syst., IX, 1897, p. 573.

³ Так, в роде десятиногих раков *Crangon*, антарктический вид *Cr. antarcticus* (Южная Георгия) близок к калифорнийскому *Cr. franciscorum*, а южно-африканский *Cr. capensis*—к европейскому *Cr. crangon* (Ortmann, 1897 p. 582—583).

⁴ J. Ross. A voyage of discovery and research in the southern and antarctic regions during the years 1839—1843, vol. I, London, 1847, p. 208.

⁵ Ortmann, 1897, p. 581.

8. К. М. Дерюгин (1915, стр. 875) считает, что биполярность морских организмов развилась из космополитизма. Он рассматривает биполярность «как одну из форм прерывистого распространения, особенно резко выраженную у морских организмов в силу благоприятных условий расселения в прежние геологические эпохи и в силу сходных гидробиологических условий существования в современную эпоху в умеренных и высоких широтах обоих полушарий». Ближе на причинах появления прерывистости Дерюгин не останавливается.

9. Du Rietz (1940) не склонен для биполярных наземных растений принимать возможность переселений из одного полушария в другое через низменности тропиков. Он считает, что некогда биполярные наземные растения имели сплошное распространение—в северном и южном полушариях, как в умеренных, так и в тропических широтах. По мнению Du Rietz, в прежние геологические эпохи, до альпийского орогенеза, в тропиках Америки и Африки, а также на месте Индо-Малайского архипелага располагались высокие горы, которые были заселены типами растений умеренного климата. Равным образом Южная Америка, Австралия и Новая Зеландия некогда были соединены между собою при посредстве Антарктики, представляя сплошную сушу. В результате опусканий получалось современное прерывистое распространение.

Эта гипотеза, понятно, не может объяснить биполярного распространения водных растений и животных. Кроме того, вряд ли можно придавать такую большую древность тождественным биполярным видам растений, каковы, например, *Carex Lachenalii*, *C. rupestris*, *C. magellanica*.

Многие авторы высказывают весьма правдоподобное предположение, что атлантический подводный хребет, который тянется вдоль всего океана с севера на юг, от Исландии и приблизительно до 53° ю. ш., еще в течение плейстоцена представлял собою надводный хребет с высотами до 2 000 м над уровнем океана. Сейчас самые верхние точки подводного хребта располагаются на глубине около 1 300 м¹. По мнению Малеза, вдоль атлантического хребта, когда он возвышался над водой, происходил в третичное время обмен наземными растениями и животными между северным и южным полушариями, в результате чего могли установиться явления биполярного распространения². Упомянутый автор считает этот способ распространения вероятным для обнаруженного им на Огненной Земле представителя европейского рода пилильщиков (перепончатокрылые из *Tenthredinoidea*), *Pseudomonophadnus*.

10. Мы полагаем, что биполярность есть следствие ледниковой эпохи. В ледниковое время охлаждением затронуты были не только арктические и умеренные широты, но и тропики. Тогда же многие северные формы нашли путь к экватору, а затем в южное полушарие. Когда ледниковое время прошло, в тропиках температура снова поднялась, и проникшие сюда северные формы должны были здесь или вымереть или удалиться к северу и к югу. Таким путем создавалось прерывистое распространение.

Особенно благоприятными местами для обмена фаунами в ледниковое время были западные побережья материков, где, вследствие выступа-

¹ О больших колебаниях уровня океана в четвертичное время свидетельствует наличие весьма глубоких подводных долин на дне Атлантического океана, например, против устья Конго, против устья реки Хадсон и других (см. Л. Берг. Подводные долины. Изв. Геогр. общ., 1946, № 3, стр. 301—306). Об атлантическом подводном хребте см. Л. Берг, там же, 1947, № 1.

² René Malaise. *Tenthredinoidea of South-Eastern Asia with a general geographical review*. Lund, 1945, Entomologiska sällskapet, p. 34, 62.

ния холодной воды на поверхность, тропическая полоса теплой воды сильно суживается. Здесь достаточно было небольшого понижения температуры поверхностных слоев воды, чтобы дать толчок к переселению северных форм на юг.

У Галапагосских островов, например (а они лежат под самым экватором), средняя температура воды на поверхности океана в августе и ноябре всего 20°, тогда как севернее, под 9—11° с. ш. она равна уже 28°. У западных берегов Южной Америки вода холоднее нормального местами на 7° (или, как говорят, изаномала воды здесь равна 7°), а у юго-западного берега Африки даже на 3°. Между холодной калифорнийской областью и холодной перувианской имеется у берегов Центральной Америки лишь не очень широкая полоса теплой воды; то же у экваториальных берегов западной Африки. В этих-то двух местах был наиболее легкий обмен фаунами между обоими полушариями.

С точки зрения развитой сейчас теории понятно, почему явления биполярности обнаруживаются только среди форм умеренной, но не арктической зоны: понижение температуры в тропиках было не настолько значительным, чтобы позволить обитателям полярных областей пересечь экватор.

Изложенный взгляд на явления биполярности, как на результат охлаждения тропиков в ледниковое время, не представляется новостью. Его высказал, как мы уже упоминали, еще в 1859 году не кто иной, как Чарлз Дарвин. Но все писавшие по этому вопросу совершенно упустили из вида относящееся сюда место из «Происхождения видов». В главе XII («Географическое распространение») названного труда, именно в отделе, озаглавленном «Чередование ледниковых периодов на севере и юге», Дарвин обращает внимание на то, что в горах тропических стран и в умеренных широтах южного полушария встречается ряд растений, свойственных Европе и Северной Америке. Так, европейские растения или очень близкие к ним обнаружены Гукером в горах Абиссинии, на мысе Доброй Надежды, в горах островов Фернандо-По, Зеленого мыса, Камеруна, но отсутствуют на низинах тропиков. «Список родов растений, собранных на более высоких пиках Явы, напоминает перечень коллекций, собранной на холмах Европы». В горах южной Австралии и на Новой Зеландии имеются виды умеренных (не арктических) областей Европы, не найденные в тропических низменностях. То же относится и к животным. Дарвин приводит мнение Дана, что «Новая Зеландия по своим ракообразным стоит ближе к Великобритании, своему антиподу, чем к какой-либо другой части света», а также указание Ричардсона о неожиданном появлении у берегов Новой Зеландии и Тасмании северных форм рыб. Эти явления Дарвин объясняет тем, что в разгар ледникового времени низменности тропиков были заселены значительным количеством умеренных форм. В эту эпоху климат под экватором на уровне моря был приблизительно таков же, какой теперь там на высоте 1 500—1 800 м, или даже несколько холоднее¹. Тогда-то низменности под экватором должны были одеться смешанной растительностью тропических и умеренных стран, похожею на описанную Гукером роскошную растительность, ныне покрывающую склоны Гималаев на высоте 1 200—1 500 м, но, может быть, с еще большим преобладанием умеренных форм. В конце ледниковой эпохи северные умеренные формы

¹ В первых изданиях «Происхождения видов» эта глава была XI-й. См. Чарлз Дарвин и н. Сочинения, III, 1939, стр. 580.

² Срав. также Ч. Дарвин. Очерк 1844 года. Сочинения, III, 1939, стр. 179: «Не будет ли до некоторой степени вероятным, что в этот (ледниковый) период вся тропическая часть обеих Америк имела (как Фолкнер утверждает об Индии) более холодный климат?»

из экваториальных областей были вытеснены или в горы, или обратно в умеренные зоны, или, наконец вымерли. При этом Дарвин, опираясь на соображения Кроля, стоит на точке зрения попеременности (т.е. неодновременности) ледниковых эпох в северном и южном полушариях. Те же рассуждения применяет Дарвин и к морским животным: в ледниковое время, когда океанические течения резко отличались от того, что мы видим теперь, некоторые из обитателей умеренных морей могли достигнуть экватора.

Подобный же ход рассуждений находим и у Уоллеса в его «Жизни на островах», где он касается вопроса об арктических элементах во флорах умеренных широт южного полушария, особенно Новой Зеландии¹. Такие же соображения в отношении наземной фауны вскользь высказал Гандлирш². Наконец, С. Т. Реган³, противник теории биполярности⁴, привлек для одного частного случая, именно — распространения сардинок в Тихом океане — влияние охлаждения тропиков в течение ледникового времени.

Геологические доказательства развитой выше теории биполярности представляются в следующей главе.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Историческому времени предшествовала эпоха с более высокой температурой и меньшей влажностью, чем какие господствуют теперь. Тогда степи и пустыни распространялись гораздо дальше к северу чем ныне; за ними следовала фауна. Наземная и морская фауна проникли с юга значительно на север. Одним словом, произошло расширение сухой и теплой климатической зоны по направлению к северу⁵.

Напротив, в ледниковое время происходило обратное: климатические зоны расширились по направлению к экватору. В результате северная фауна хлынула на юг, и в отложениях ледниковой эпохи умеренных стран мы видим целый ряд северных форм.

В норвичском крае восточной Англии, который относится к самым низам постплиоцена (другие же считают его за верхний плиоцен), мы замечаем значительную примесь северных элементов: по числу видов их свыше 30%, числом же особей они преобладают. Это *Astarte borealis*, *Cyprina islandica*, *Buccinum undatum* и многие другие. В лежащем выше крае Chillesford фауна носит еще более северный отпечаток. Равным образом, и край Weybourn содержит ряд северных моллюсков. Более молодой *forest bed* Крамера включает фауну более теплого климата. Напротив, в еще более молодом по возрасту *forest bed* Норфолка можно снова видеть явные признаки охлаждения.

Северные иммигранты хорошо изучены для западной части Средиземного моря. В превосходной работе, посвященной морскому плиоцену и постплиоцену Италии, М. Гигноу дает такую синхронизацию здешних отложений⁶:

слои с <i>Strombus bubonius</i>	} четвертичный период
Sicilien	
Calabrien	
	верхний плиоцен

¹ A. R. Wallace. Island life. London, 1880, p. 477—496.

² A. Handlirsch. Beiträge zur exakten Biologie. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXXII, Abt. I, 1913, p. 475—476.

³ Ann. Mag. Nat. Hist. (8), XVIII, 1916, p. 15—16.

⁴ См. С. Т. Реган. The antarctic fishes of the Scottish National Antarctic Expedition. Transact. R. Soc. Edinburgh, XLIX, part II, 1913, p. 230.

⁵ См. об этом выше, в главах II, IV, V.

⁶ M. Gigoux. Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud-et de la Sicile. Annales de l'Université de Lyon. Nouvelle série. I. Sciences, Médecine, fasc. 36, Lyon, Paris, 1913, p. 25.

Отметим здесь, что Ог (Haug. *Traité de géologie*, II, 1911, p. 1767) синхронизует калабрийский ярус с ярусом норвичского крага и ставит их в самые низы постплиоцена («villafranchien»).

В калабрийском ярусе, особенно в верхнем отделе его, встречается целый ряд северных форм, совершенно чуждых предшествующим фаунам Средиземного моря, удалившихся с течением времени из этого моря и ныне более здесь не встречающихся. Таковы, например, из наиболее распространенных *Cyprina islandica* (самый южный предел ее современного распространения—залив Кадикса, где она обнаружена живой на глубине 103 м¹), *Buccinum undatum* (южный предел—Гасконский залив на глубине 411 м), *Natica montacuti*².

Еще большим изобилием северных форм отличается с и ц и л и й с к и й ярус, особенно—знаменитое обнажение у Палермо. Здесь встречаются следующие северные формы, совершенно исчезнувшие из Средиземного моря: *Pecten* (*Chlamys*) *islandicus*, *P.* (*Chl.*) *tigrinus*, *Cardium echinatum* typ., *Cyprina islandica*, *Dosinia lupinus* var. *ficaratiensis* aff., *D. lincta*, *Tapes rhomboides*, *Mya truncata*, *Panopaea norvegica*, *Cochlodesma praetenuae*, *Chrysodomus sinistrorsus*, *Buccinum undatum* et var., *Trichotropis borealis*, *Natica montacuti*³. Из них *Pecten tigrinus* и *Trichotropis borealis* не встречены в калабрийском ярусе.

Отложения с *Cyprina islandica* и другими северными моллюсками найдены на восток вплоть до островов Кос и Родос⁴.

Во времени отложения слоев с *Strombus bubonius* все эти виды удалились из Средиземного моря,—очевидно вследствие наступившего повышения температуры. Теперь маятник колебаний температуры отклонился в противоположную сторону: вода в Средиземном море стала еще теплее, чем даже в настоящее время, и тут появился ряд субтропических видов, ныне здесь не живущих. Отложениям с *Strombus bubonius*, развитым у Ниццы, в Италии, Испании, Греции, на Кипре, в Тунисе, Алжире, свойственны виды моллюсков, ныне обитающие у берегов Сенегала, Гвинеи, островов Зеленого мыса, Канарских. Таковы, например, *Mytilus senegalensis*, *Cardita senegalensis*, *Tritonium ficoides*, *Strombus bubonius* и другие⁵.

¹ *Cyprina islandica* есть типично бореальная (в смысле К. М. Дерюгина), а не арктическая форма: в Европе она встречается от Белого моря до залива Кадикса, в Америке от залива св. Лаврентия до мыса Гаттераса. У берегов Гренландии найдены лишь мертвые раковины,—очевидно, свидетельство послеледниковой эпохи, когда *C. islandica* проникла далеко на север, подобно тому как в ледниковое время она распространилась на юг.

² *Gignoux*, p. 599.—В Боснии, на высоте 580 м были обнаружены в отложениях неизвестного возраста конкреции с прекрасно сохранившимися остатками арктической морской рыбы мойвы, *Mallotus villosus* (St. Bolka u. On the occurrence of the fossil capelin, *Mallotus villosus* Müll. in SE-Bosnia. *Novitates Musei Sarajevoensis*, № 3, 1925, pl). Из того же места я видел в Палеонтологическом институте Академии наук СССР конкреции с остатками мойвы великолепной сохранности. Южная граница современного распространения мойвы в Европе идет у Трондгейма, единичные экземпляры были находимы у Осло.

³ *Gignoux*, p. 603.

⁴ Следует отметить мнение Вепфера (E. Wepfer. Ueber das Vorkommen von «*Cyprina islandica*» im Postpliocän von Palermo. *Centralbl. f. Min., Geol. und Paläont.*, 1913, p. 175), полагающего, что формы из Италии и Сицилии, определяемые как *C. islandica*, на самом деле принадлежат не к этому виду, но образовались на месте из третичных видов, показывая лишь внешнее сходство в форме раковины с *C. islandica*. На это надо возразить, что, кроме *C. islandica*, в верхнем плиоцене и постплиоцене Италии и других средиземноморских стран известен еще целый ряд северных моллюсков, и было бы совершенно невероятным совместное «политопное» образование такого большого количества видов. Работа *Gignoux*, 1913, не могла еще быть известной Вепферу.

⁵ *Gignoux*, p. 606.

Отложения с *Strombus bubonius* относятся к последней (рисс-вюрмской) межледниковой эпохе, для которой характерно присутствие *Elephas antiquus*. Это, по Огу, среднечетвертичные отложения, или *chelléen*¹.

Наконец, в Африке, на берегах Сенегала, под 16—18° с. ш., на пути от С.-Луи к Аддару, от моря вглубь страны километров на 150, обнаружены морские четвертичные отложения с фауной моллюсков гораздо более умеренного типа чем нынешняя. Песчаные отложения с этой фауной достигают высоты в 55 м над уровнем океана. Тропические *Voluta*, *Marginella*, *Cassia*, *Strombus*, *Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Vermetus*, свойственные современной фауне берегов Сенегала, отсутствуют, а вместо них преобладают *Cardium edule*, *Bittium reticulatum*, *Hydrobia ulvae*, *Phasianella pul-lus*, *Tapes aureus*, *Rissoa parva* и другие, — совокупность видов, характерная для бореальных вод Европы, например для берегов Англии; фауна эта свидетельствует о более умеренном климате². К этим северным формам присоединяется ряд обитателей южной Европы, каковы *Conus mediterraneus*, *Arca noë*, *Ostrea stentina* и другие, и наконец, несколько ныне живущих у Сенегала видов³. Дольфус, прекрасно обработавший сенегальскую ископаемую фауну, относит ее к эпохе охлаждения, наступившей в четвертичное время, именно в течение среднего плейстоцена⁴.

В северной части Тихого океана наблюдается то же явление. И здесь в начале четвертичного периода бореальные воды проникли на юг. Развитые на берегах Калифорнии осадки формации Сан-Диего, которой Д. и Р. Арнольд приписывают, по крайней мере, отчасти, плиоценовый возраст, а Ог (Haug, II, p. 1893) постплиоценовый, обнаруживают следы быстрого понижения температуры в виде наличия северных моллюсков. Следующая формация, Сан-Педро, включает гораздо меньшее число бореальных форм.

Мы таким образом могли шаг за шагом проследить, как северные формы двигались во время ледниковой эпохи к югу, к экватору. Очевидно, будущие исследования обнаружат их в ископаемом состоянии под самым экватором. Теперь нам становится понятным и то, как формы эти проникли из северного полушария в южное.

Обратно, мы видели, как в теплое послеледниковое время бореальные формы ушли на север, а место их заняли выходцы из субтропических широт, в настоящее время удалившиеся обратно, к себе домой.

Изложенное на стр. 139—141 было написано в 1919 году. Однако тогда не имелось данных относительно ископаемых организмов со дна тропической части океанов.

В настоящее время, благодаря экспедициям корабля «Метеор», работавшего в 1925—1927 годах преимущественно в тропической части Атлантического океана, мы получили нужные нам сведения. Исследования были осадки не только со дна океана, но и из более глубоких слоев грунта,

¹ E. Haug. *Traité de géologie*, II, 1911, p. 1771, 1860.

² Отдельные виды идут на юг до Средиземного моря и южнее.

³ C. F. Dollfus. Les coquilles du quaternaire marin du Sénégal. *Mémoires Soc. géol. France, Paléontologie*, № 44, Paris, 1911, p. 15.

⁴ Dollfus, l. c., p. 15.—На суше в Сахаре, ныне сухие русла—вади—свидетельствуют о прежнем многоводии во время плейстоценовой эпохи. Находки ископаемых растений и животных подтверждают, что некогда в Сахаре господствовал более влажный и более прохладный климат. В то время по Сахаре протекали реки, в которых водились рыбы, ныне свойственные Нилу и Сенегалу. Остатки этой фауны (а также нильский крокодил в Тасили) встречаются сейчас в разных местах Сахары, по мелким водоемам, не имеющим соединения с крупными реками. J. Pellegri n. Les poissons des eaux douces de l'Afrique du nord française. *Mém. Soc. sciences natur. du Maroc*, I, № 2, Paris, 1921, p. 36—38, 77—78.

до глубины в 95 см. Весьма любопытные данные обнаружены в отношении географического и геологического распространения фораминифер из семейства глобигерин.

Распространение планктонных глобигерин — *Globigerina bulloides* и *Gl. inflata* — в поверхностных слоях воды приурочено к более прохладным частям умеренной зоны Атлантического океана. В экваториальной зоне Атлантики *Gl. bulloides* встречается в больших количествах лишь в области холодной воды между мысами Зеленым и Бланко; в остальных местах — этой глобигерины около 1% (или менее) от общего количества всех фораминифер, да и то они, повидимому, увлечены в теплые места экваториальной зоны течением¹.

Другая глобигерина, *G. inflata*, очень слабо представлена в водах тропической северной части Атлантического океана. Ее главная область распространения — это умеренная зона южного полушария. Обе эти глобигерины имеют биполярное распространение.

Естественно, что и в современных донных осадках тропической части Атлантического океана раковинки *Gl. bulloides* и *Gl. inflata* составляют как правило всего около 1% или менее от общего числа раковинок фораминифер в осадке (Schott, фиг. 47 и 48 на стр. 104). Господствуют здесь в настоящее время в донных осадках раковинки планктонной глобигерины *Globigerinoides sacculifera*, число которых местами (например, к северу от острова Св. Павла, лежащего почти под экватором) составляет свыше 60% от общего числа раковинок фораминифер в современном осадке. Второе место (10—30%) в современных донных осадках занимает планктонная глобигерина *Globorotalia menardi*, или, по старой номенклатуре, *Pulvinulina menardi* (там же, фиг. на стр. 99). Эти две теплолюбивые глобигерины и господствуют в планктоне поверхностных слоев тропической части Атлантического океана (там же, фиг. на стр. 92).

Но вот что замечательно. В более глубоких горизонтах грунта *Globorotalia menardi* исчезает, и ее место занимают виды глобигерин, свойственные умеренным зонам океана — уже нам известные *Globigerina bulloides* и *Gl. inflata*. В еще более глубоких горизонтах грунта *Globorotalia menardi* снова появляется.

Шотт (р. 122) правильно заключает, что промежуточный слой без раковинок теплолюбивой *Globorotalia menardi* отложился в течение последней ледниковой эпохи. Верхний же горизонт с *Gl. menardi* мощностью в 10—43 см (в среднем 24 см) есть осадок послеледниковой эпохи.

Исчезновение теплолюбивой *Gl. menardi* в ледниковое время частью обязано ухудшению условий существования, которое повело к тому, что для этой тропической формы оказалось невозможным выдерживать конкуренцию северян (повидимому, *Gl. menardi* удалась в район к западу от островов Зеленого мыса; Schott, р. 124). С другой стороны, придонное антарктическое течение в ледниковое время достигало дальше к северу чем теперь, а также арктическое течение спускалось по дну примерно до 20° с. ш. А эти холодные течения должны были действовать заметно растворяющим образом на углекислый кальций раковинок глобигерин. Как бы то ни было, повсюду в донных отложениях тропической части Атлантического океана можно наблюдать, что слой, отложившийся в ледниковое время, гораздо беднее карбонатами чем слой межледниковый (подстилающий ледниковый) и послеледниковый².

¹ W. Schott. Die Foraminiferen in dem äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. der deutschen Atlantischen Expedition auf dem «Meteor» 1925—1927. Band III, Teil III. Lieferung 1, Berlin und Leipzig, 1935, p. 96.

² C. W. Correns. Die Sedimente des äquatorialen Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. der deutschen Atlantischen Expedition auf dem «Meteor» 1925—1927. Band III, Teil III, Berlin und Leipzig, 1937, p. 218. — *Globorotalia menardi* встречается и в верхнетретичных отложениях прибрежной части США (J. A. Cushman. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. U. S. Nat. Mus., Bull., № 404, 1931, part 8, p. 92).

Образцы грунта из северной части Атлантического океана, между Ньюфаундлендом и Ирландией, показали, что грунт до глубины в 3 м сложен под глобигериновым илом несколькими ярусами ледниковых осадков. На широте Азорских островов со дна были добыты валуны с ледниковой штриховкой, очевидно перенесенные на льдинах. В осадках ледникового времени оказались холодолюбивые фораминиферы, в осадках межледниковых — теплолюбивые или свойственные современному климату¹.

Эти данные свидетельствуют о том, что вышеизложенная теория биполярности правильно объясняет факты: в ледниковое время *Globigerina bulloides* и *Gl. inflata* — формы глобигерин, свойственные умеренным широтам — проникли в тропики, и таким образом прерывистость в их распространении исчезла. Затем, в послеледниковое время, в связи с потеплением, названные глобигерины удалились из экваториальной области океана к северу и к югу, дав начало прерванному биполярному типу распространения.

С удалением конкурентов из тропиков и с ослаблением придонных антарктического и арктического течений, *Globorotalia menardi* снова вернулась на свое старое место, в тропики. Мы уже указывали, что она, по мнению Шотта, удалась в район к западу от островов Зеленого мыса. Возможно также, что она переживала холодное время где-нибудь в теплых, прибрежных легко прогреваемых бухтах.

Известно, что в ледниковое время оледенению подверглись также горы, расположенные в тропиках и даже под самым экватором, например, в восточной Африке, между прочим на горах Кения (5 195 м) и Рувензори (5 125 м)².

СЕВЕРНЫЕ ТИПЫ В СОВРЕМЕННОЙ ТРОПИЧЕСКОЙ ФЛОРЕ И ФАУНЕ

Не только геологические данные, но и современное распространение растений и животных может доставить нам свидетельства в пользу мнения о некогда бывшем охлаждении тропиков.

Еще Гукер отметил в горах Абиссинии ряд северных растений, чуждых флоре прилегающих мест. Подробно этим вопросом занимался А. Энглер³. Он указывает (стр. 81), что в ледниковое время условия для распространения средиземноморских растений на юг были более благоприятны чем в настоящее время. Помимо сорных растений, заносимых через посредство человека, мы в горах Абиссинии находим очень много «бореально-средиземноморских» видов. Таковы, например, *Thalictrum minus*, *Trifolium arvense*, *Anthyllis vulneraria*, *Lithospermum officinale*, *Thymus serpyllum*, *Koeleria cristata*, *Lotus corniculatus*, *Myosotis silvatica*, *Veronica abyssinica*, похожая на северную *V. montana*; далее *V. javanica*, близкая к *V. chamaedrys*, *Potentilla reptans* и многие другие⁴. На горных степях Абиссинии *Eragrostis*, *Koeleria*, *Festuca* и *Poa* идут до высоты 4 500 м.

¹ W. H. Bradley, M. N. Bramlette, J. A. Cushman, L. G. Henbest, K. E. Lohman and P. D. Trask. North Atlantic deep-sea cores taken by the Geophysical laboratory, Carnegie Institution. National Research Council, Transactions of American geophysical Union, XVIII annual meeting 1937, part I, Washington, 1937, p. 224—226.

² Из новых работ см. E. Nilsson. Quaternary glaciations and pluvial lakes in British East Africa. Geograf. Annaler, XIII, № 4, Stockholm, 1931, p. 287.

³ A. Engler. Ueber die Hochgebirgsflora des tropischen Afrika. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin (1891), 1892, p. 1—461, особенно p. 81—93.

⁴ См. также: A. Engler. Die Pflanzenwelt Afrikas. I. Band. Leipzig, 1910, p. 407—440, 989 (= Die Vegetation der Erde, IX).

Без сомнения, часть этих видов могла быть занесена птицами, но большинство, надо думать, проникло в горы тропической Африки в то время, когда север Африки пользовался более прохладным и влажным климатом. В доказательство можно привести, что в горах Абиссинии мы встречаем не только северные растения, но и представителей северных животных.

На высоте 3 500—4 000 м в Абиссинии обнаружено много видов жуков, родственных альпийским и пиренейским. Так, из *Lamellicornia* *Coryphaga* здесь найден один вид из рода *Onthophagus*, близкий к европейскому *O. vatus*, один вид из рода *Aphodius*, близкий к европейскому *A. rufescens*, далее *Simogenius bessarii* и другие. Есть три вида *Otiorhynchus*, близких к европейским, далее виды родов *Agabus*, *Oscyrus* и *Deleaster*¹.

Как указал еще Уоллес в своем «Малайском архипелаге» (1861), в горах восточной Явы, выше полосы влажных тропических лесов, между 1 800 и 2 800 м, мы встречаем растительность, напоминающую, и по внешнему облику и по систематическому составу, формы растений лесов умеренного климата. Здесь мы находим представителей родов *Festuca*, *Agrostis*, *Hierophloe*, *Plantago*, *Viola*, *Pimpinella*, *Gnaphalium*, *Valeriana*, *Sonchus*, *Ranunculus*, *Galium*, *Alchemilla*, *Agrimonia eupatoria*, *Thalictrum*, *Cynoglossum*, *Pteris aquilina*². Об этом явлении, как мы говорили, упоминает и Дарвин в *Origin of species*. Также на Целебесе на высотах свыше 3 000 м можно найти наши северные формы: *Ranunculus*, *Potentilla*, *Deschampsia flexuosa* var., *Agrostis canina* var.³.

Вплоть до экватора и даже несколько южнее доходят следующие северные хвойные, приуроченные на южном пределе своего распространения к высоким горам: сосна (*Pinus*) на Тиморе, тис (*Taxus*) на южном Целебесе и можжевельник (*Juniperus*) на озере Ньяса в восточной Африке.

Несмотря на то, что горы Абиссинии отделены от палеарктики широкой полосой Нубийской пустыни, фауна моллюсков Абиссинии носит ясно палеарктический отпечаток: в низинах распространены суданские виды, но в горах мы находим почти сплошь палеарктические виды рода *Helix*, отсутствующие в остальной Африке и характерные для более северных стран, например, родственную *Fruticolae* *H. darnaudi*, одну *Monacha*, неотличимую от *Helix ciliata* европейских Альп, одну *Xerophila*, затем *Buliminus* из исключительно палеарктической группы, *Petraeus*, многочисленных *Pupidae* и, наконец, *Clausilia dyserata*. Особенно замечателен последний вид. Вообще род *Clausilia* в Африке представлен всего тремя видами, из коих один водится к северу от Абиссинии (*Cl. sennaarensis*) а другой — к югу от Танганьики.

Такое преобладание палеарктических типов среди горной фауны моллюсков Абиссинии тем замечательнее, что в фауне млекопитающих палеарктических форм очень мало (в качестве примера можно назвать *Capra wali*), а в горах до снеговой линии подымается павиан, *Macacus gelada*.

Указывая на эти факты, Кобельт⁴ полагает, что северные моллюски могли проникнуть в Абиссинию через посредство южной Аравии, где распространены многочисленные виды *Buliminus*, из группы *Petraeus*,

¹ H. J. Kolbe. Ueber die Lebensweise und die geographische Verbreitung der coprophagen Lamellicornier. Zool. Jahrbücher, Suppl.-Band. VIII, 1905, p. 565.

² A. Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena, 1908, p. 763. Шимпер лично посетил эти места. См. также: S. H. Koorders. Excursionsflora von Java. Jena, 1911—1912, 2 тт.

³ Schimper, l. c., p. 768.

⁴ W. Kobelt. Studien zur Zoogeographie. Die Mollusken der paläarktischen Region. Wiesbaden, 1897, p. 102—104. На это место обратил мое внимание покойный В. А. Линдгольм.

характерной для Аравии и Сирии, *Helix leucosticta* из группы *H. darnaudi* и, наконец, одна *Clausilia* (*Cl. schweinfurthi*). Прибавлю от себя, что как Аравии, так и Абиссинии свойствен палеарктический род рыб *Nemachilus* из семейства *Cobitidae*, именно в озере Цана (Абиссиния) водится *N. abyssinicus*. Представителей названного рода нигде в Африке, кроме Абиссинии, не встречается.

Переселение всех этих северных видов в Абиссинию могло произойти, по моему мнению, лишь в ледниковое время, когда температура прилегающих стран несколько понизилась.

Но северные типы проникли еще далее на юг. На Килиманджаро, на высотах свыше 2 600 м, встречен ряд жуков, характерных для умеренного климата северного полушария. Так, из жужелиц на высоте 3 000 м, найден *Bembidion* (*Testediolum*) *kilimanum*, из подрода, характерного для нижней границы альпийской зоны гор Европы; далее — два вида *Otiorhynchus* (из *Curculionidae*) с обликом, совершенно напоминающим долгоносиков этого рода из Альп или Пиренеев¹.

В английской колонии Кения, в районе озера Наиваша (к юго-западу от горы Кения, приблизительно под 1° ю. ш.) обнаружен водяной клоп-гребляк — *Corixa mirandella*. Род *Corixa* свойствен палеарктике. Клопы из этого же семейства встречаются в Абиссинии на высотах около 2 400 м².

Северные типы насекомых можно найти и в тропической Азии. Заимствуем из работ А. К. Мордовилко, известного знатока тлей (*Aphidae*), следующие данные³.

Цикл развития тли *Tetraneura ulmi* неразрывно связан с вязом (*Ulmus*). На Яве и Формозе, на корнях сахарного тростника, эта тля обнаружена в форме бескрылого переселенца (*exules*), размножающегося исключительно девственным путем. Вязов нет ни на Яве, ни на Формозе. Можно думать, что некогда, в ледниковое время вязы были распространены и на Яве и на Формозе, и тогда здесь жили и половые особи тлей (так называемые *sexuparae*). Когда климат тропиков стал теплее, вязы здесь исчезли, тли же остались. Подобным образом на Яве и Филиппинских островах есть тля *Tetraneura hirsuta*, цикл развития которой тоже связан с вязом, отсутствующим и на Яве, и на Филиппинах. На Яве и Формозе есть тля *Rhopalosiphum lactucae-oleraceae*, но нет *Ribes*, с которым связана эта тля⁴.

Аналогично распространение пресноводного ракообразного *Maraenobiotus brucei* (Copepoda, Harpacticidae). Типичная форма встречается от Гренландии до Земли Франца-Иосифа, подвиды в Карнатах, Гималаях и на высотах Явы и Суматры⁵.

¹ Ch. Alluaud. Les Coléoptères de la faune alpine du Kilimanjaro. Ann. Soc. Ent. France. LXXVII, 1908, p. 21—32.

² G. E. Hutchinson. Annals and Magazine of Natural History (10), VI, 1930, p. 57—65.

³ A. Mordvilko. The Wolly Apple Aphis (*Eriosoma lanigerum* Hausmann) and other Eriosomea. C. R. Académie Sciences de Russie, 1923, A, p. 42.—А. К. Мордовилко. Кровяная тля, *Eriosoma lanigerum* Hausmann. Л., 1924, изд. «Новая деревня».

⁴ A. Mordvilko. Anolocyclic Aphids and the Glacial Epoch. Anolocyclic Uredinales. C. R. Académie sciences de Russie, 1924, A, p. 55. Ср. также А. Мордовилко. From the history of some groups of Aphids, ibidem, p. 48.

⁵ P. A. Chappuis. Copepoda Harpacticoida der deutschen limnologischen Sunda-Expedition. Archiv f. Hydrobiologie, Supplementband VIII, 1931, p. 518, 578—582.

ГЛУБИННЫЕ ФОРМЫ

В предыдущем изложении мы намеренно не касались глубинных форм, останавливая наше внимание исключительно на прибрежных и при том не опускающихся на большие глубины, а затем на пелагических.

Биполярность глубинных форм легко может быть объяснена следующим образом: они пересекли тропическую зону на известной глубине, где температура значительно ниже поверхностной. Я этой возможности не отрицаю, но считаю нужным указать, что этот способ распространения не так прост и легок, как кажется с первого взгляда. Для настоящих глубинных форм, приуроченных к глубинам свыше 1 000 м, распространение из одного полушария в другое не представляет затруднений, и, действительно, мы видим, что они нередко распространены космополитически. Но для остальных форм дело гораздо сложнее, ибо, например, на глубине 400 м в Атлантическом океане между 60° с. ш. и 50° ю. ш. встречаются температуры от 1 до 18°, и животному, чтобы избежать слишком большого колебания температуры, пришлось бы при миграции опускаться местами значительно глубже 400 м.

Несомненно глубинами распространилась в южное полушарие рыба *Lophius piscatorius*, которая, помимо северной части Атлантического океана (на юг; насколько известно, до Барбадоса, Азорских островов и островов Зеленого мыса), обнаружена у Рио-Жанейро и мыса Доброй Надежды. Опускается этот вид до глубины в 760 м и, очевидно, на глубинах встречается и в тропической части Атлантического океана.

Думаю, что миграции на глубинах были значительно облегчены в ледниковое время и что большинство из тех биполярных форм, которые водятся на известной глубине, получили свое биполярное распространение тоже в ледниковое время. Наконец, многие северные формы перешли в послеледниковое время на глубинный образ жизни, чтобы здесь найти более холодную воду. Так мы знаем, что некоторые бореальные прибрежные моллюски живут ныне у южных пределов своего распространения на большой глубине. Примером может служить *Vuccinum undatum*: на южной границе своего распространения, в Гасконском заливе, он найден на глубине 411 м. После этих оговорок приведем несколько примеров биполярности среди глубоководных (но не абиссальных) рыб.

Биполярен род *Gaidropsarus* Raf. 1810 (*Onos* Risso 1826, *Motella* Cuvier 1829), типом которого является *Gadus mediterraneus* L. 1758 = *G. triscirratus* Brünnich 1768 = *G. jubatus* Pallas 1811¹. Многочисленные, близкие друг к другу, виды этого рода, некоторые из коих опускаются на глубины свыше 2 000 м (например, *G. ensis*), распространены в северной части Атлантического океана, в Средиземном море, у берегов северной Африки, у берегов Японии (*G. pacificus*, Нагасаки), Новой Зеландии (*G. novae-zealandiae*), южной Африки (*G. capensis*), острова Св. Павла в Индийском океане (*G. capensis*). Можно было бы высказать предположение, что со временем виды этого рода будут обнаружены на глубинах и в тропиках, и он тогда окажется космополитом. Однако до сих пор в тропической части Тихого океана род этот не был найден целым рядом глубоководных экспедиций.

Род *Argentina* из семейства *Argentinidae* (надсемейство *Salmonoidei*) распространен в северных частях Атлантического и Тихого океанов, а затем у Наталя, Нового Южного Уэльса, Тасмании и Новой Зеландии.

¹ Сюда относятся виды только с двумя носовыми усиками. См. А. Н. Световидов. Фауна СССР. Рыбы. Трескообразные (печатается).

Акулы из семейства *Pristiophoridae* встречаются у берегов Японии (*Pristiophorus japonicus*), а затем два вида у берегов южной Австралии, Виктории, Нового Южного Уэльса и Тасмании¹.

Многочисленные, трудно различимые виды акул, группирующиеся около *Squalus acanthias*, водятся в северном и южном полушариях, отсутствуя в зоне между 20° с. ш. и 20° ю. ш. Эти акулы, насколько известно, обычно не опускаются глубже 200 м (для некоторых форм указана, впрочем, глубина около 500 м).

Акула из семейства *Squalidae*, *Centrina centrina* встречается в Средиземном море и прилегающих частях Атлантического океана, а затем у южной Австралии, Тасмании, Виктории и Новой Зеландии (= *C. brunieusis* Ogilby, 1894). Глубинная *Scymnorhinus licha* — в Средиземном море и прилегающих частях Атлантики, у Японии, южной Австралии и Новой Зеландии.

В семействе *Zoarcidae* биполярны глубоководные роды *Lycenchelys* и *Melanostigma*². В семействе тресковых (*Gadidae*) — роды *Urophycis*, *Merluccius*, *Micromesistius*, опускающиеся до значительных глубин³.

В роде *Callanthias* из семейства *Serranidae* три вида: 1) *C. peloritanus* — Средиземное море, Мадера, 2) *C. allporti* — Тасмания, Новый Южный Уэльс и 3) *C. japonicus* — Япония (Сагами)⁴.

БИПОЛЯРНОСТЬ СРЕДИ НАЗЕМНЫХ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ

Среди сухопутных животных известно немного примеров биполярности. Частью это зависит от того, что этим явлением интересовались сравнительно недавно, частью же — причина следующая: суша есть субстрат, гораздо скорее и резче реагирующий на климатические изменения чем вода; и в соответствии с этим сухопутная фауна, при изменении климатических условий, обычно или вымирает, или переселяется в другие, более благоприятные места.

Так как известен целый ряд биполярных цветковых растений, то следует ожидать наличия многих таким же образом распространенных насекомых. Укажу на жука из семейства *Staphylinidae*, *Trogophlaeus* (*Trogopholeus*) *bilineatus*, площадь обитания коего разорвана надвое жарким поясом; он водится в Европе — от Англии и Скандинавии до Италии, Греции, Кипра, Малой Азии, Ирана, Кавказа, Туркестана, в северной Африке, на Мадере, Канарских и Азорских островах, а затем на мысе Доброй Надежды; в Новом Свете — в Канаде, Соединенных Штатах и в Чили; наконец, в Австралии⁵. Словом, распространение типично биполярное.

Известный энтомолог Кольбе приводит ряд жуков, которые встречаются в северной Африке и вообще по берегам Средиземного моря, а затем, после перерыва в тропиках, появляются в южной Африке⁶. Так, крупные толстотелые златки, *Buprestidae*, из рода *Julodis* распространены

¹ Другой род с одним видом, *Pliotrema warreni*, у южной Африки.

² J. R. Norman. Coastfishes. Part III. The Antarctic zone. Discovery Reports, XVIII, Cambridge. 1938, p. 81—85.

³ См. карты распространения этих родов у А. Н. Световидова. Трескообразные в: Фауна СССР, Рыбы (печатается).

⁴ V. Franz. Abhandl. bayr. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., Suppl.-Bd. IV. Abh. I, 1910, p. 40.

⁵ Г. Г. Якобсон. Жуки России и западной Европы. СПб., изд. Девриена, стр. 469.

⁶ H. J. Kolbe. Ueber die Entstehung der zoogeographischen Regionen auf dem Kontinent Afrika. Naturwiss. Wochenschrift, N. F., Bd. I, 1901—1902 (№ 13, 29/XII 1901), p. 145—150.

к северу от Сахары, а затем в Передней и Средней Азии. В тропической Африке из этого рода встречаются лишь мелкие, иначе окрашенные виды, отличающиеся своим обликотом от только что упомянутых северных. Но на юге Африки эти северные типы появляются снова в кустарниковых степях. Настоящие *Adesmia* из семейства *Tenebrionidae* встречаются в северо-восточной Африке и в средиземноморской области до Средней Азии, а затем — в юго-западной Африке. Из группы *Scaurinae* (то же семейство *Tenebrionidae*) род *Scaurus* в средиземноморской области включает 43 вида, а близкий род *Herpiscius* — 4 вида в Капской земле. Род *Platyscelis*, из семейства *Tenebrionidae*, в числе более 50 видов, распространен в средиземноморской области и до Туркестана, а на север идет, по личному сообщению покойного Г. Г. Якобсона, по Волге до устья Оки; близкий род *Oncotus* с 6 видами — только в Капской земле. Род *Asida* из семейства *Tenebrionidae* распространен, помимо Центральной и Северной Америки, в средиземноморской области, где много видов. Несколько видов есть в Капской земле. Род *Pentodon*, из подсемейства дупляков (*Dynastinae*), представлен 20 видами в средиземноморской области; отсутствуя в тропиках, этот род в количестве 5 видов появляется в южной Африке, от Капской земли до Трансвааля и Натала; южноафриканские виды недавно выделены в особый род *Pentodontoschema*. Из жуков, относящихся к семейству *Cetoniidae*, упомянем о средиземноморском роде *Aethiessa* (4 вида в Марокко, Алжире, Тунисе, южной Европе и западной Азии), которому близко родственен род *Trichostetha* из южной Африки (9 видов в Капской земле, Натале, Трансваале). Навозники, семейство *Ateuchidae*, из рода *Mnematum*, представлены двумя видами в Триполи и Аравии; близкий род *Pachysoma* включает 5 видов на западе Капской земли и в юго-западной Африке; в тропической Африке родственных форм нет.

Относительно причин такого прерывистого распространения жуков Кольбе высказывается противоречиво. В одном месте (стр. 147) он обращает внимание на то, что в ледниковое время в тропиках Африки должен был господствовать более прохладный и более влажный климат. В это время леса в тропической Африке занимали большее пространство чем ныне. «Но в эту более влажную эпоху в тропической Африке должны были существовать и степи, точнее — кустарниковые степи. Этим можно объяснить распространение родов *Julodis*, *Pentodon*, *Scaurus*, *Adesmia*, *Asida*, *Platyscelis*, *Pterostichus*, *Harpalus* и других, которые в то время обитали, вероятно, в тропической Африке, а затем с наступлением более сухого и жаркого климата вымерли здесь или удалились на север». В другом же месте (стр. 149) говорится, что степные формы вымерли в тропиках в течение влажной и прохладной эпохи (т. е. в ледниковое время).

Я полагаю, что северные и палеарктические типы жуков, каковы *Julodis*, *Adesmia*, *Pentodon*, в доледниковое время были совершенно чужды фауне тропической и южной Африки. В ледниковое же время, когда в Сахаре и в тропиках было прохладнее, виды эти получили доступ через тропики на юг. Когда климат стал снова теплее, в тропиках представители этих родов вымерли, на юге же Африки продолжают существовать и поныне.

Есть целый ряд биполярно распространенных птиц. Такова, например, утка из нырков, хохлатый черныш (*Nyroca fuligula*, или *Fuligula fuligula*), который гнездится в Европе и северной Азии, а в Новой Зеландии представлен близким видом *N. novae-seelandiae*¹.

¹ W. Oliver. New Zealand birds. Wellington, 1930, p. 225. Кроме Новой Зеландии, этот вид встречается еще на островах Окленд (Auckland) и Чатам (Chatham) (T. Salvadori. Catalogue of the Chaenomorphae in the British Museum, Catalogue

Большая поганка (*Podiceps cristatus*) гнездится в палеарктике, а в слабо отличной форме встречается в Австралии, Тасмании, Новой Зеландии. Полярная крачка (*Sterna paradisea*) гнездится в Арктике, а близкая форма (подвид *vittata*) — в Антарктике.

В Калифорнии водится саламандра *Ensatina croceata* из семейства *Plethodontidae*; она почти неотличима от уругвайской *E. platensis*.

Род пресноводных ракообразных *Gammarus* отсутствует в тропической Африке, но имеется на севере и юге ее.

Среди наземных растений можно отметить много случаев биполярности. Целый ряд северноевропейских и североамериканских растений встречается на крайнем юге Южной Америки, в южной Австралии, на Новой Зеландии. Впервые на это явление обратил внимание, насколько мне известно, знаменитый Гукер, — сначала в 1847 году в отчете о работах антарктической экспедиции Дж. Росса 1842 года, где отмечается наличие на Огненной Земле целого ряда растений, общих с Великобританией и не встречающихся в промежуточных странах, каковы *Primula farinosa*, *Montia fontana*, *Empetrum*, *Phleum alpinum* и другие¹. Затем в 1853 году, в труде, посвященном флоре новой Зеландии², Гукер отмечает факт нахождения на этих островах ряда европейских растений. Альфонс Декандолль в своей известной «Ботанической географии», вышедшей в 1855 году, подробно касается вопросов биполярности (не употребляя, понятно, этого термина, введенного позднее). В главе X, посвященной названию *Des espèces disjointes* (т. е. виды с разорванной областью распространения), у него есть отдел, озаглавленный «Especies non aquatiques partagées entre les régions froides ou tempérées des deux hémisphères, sans exister dans la zone intertropicale»³. Здесь приведено 32 таких растения, между прочим *Fragaria chilensis*, *Primula farinosa*, *Trisetum spicatum* и другие.

Чтобы объяснить нахождение тождественных видов с одной стороны в Калифорнии, а с другой — в Чили, Декандолль, вслед за Гукером⁴, принимает, что эти виды распространились по Кордильерам, и именно в те времена, когда горы Панамского перешейка были выше чем теперь⁵. Но эта гипотеза несостоятельна, ибо она не объясняет нам, почему биполярные виды в тропиках вымерли, а относительно многих можно с уверенностью сказать, что они и в будущем не будут открыты в пределах жаркой зоны.

В своем труде, посвященном флоре Тасмании, Гукер (1859) более подробно останавливается на интересующем нас вопросе. Он приводит список из 38 видов цветковых, характерных для Европы и северной Азии, почти или совсем неизвестных в жарком поясе и снова появляющихся в уме-

of Birds, XXVII, 1895, p. 370). В роде *Fuligula* s. str. всего пять видов; из них *F. fuligula* зимою доходит на юг до южного Китая и Индии; случайно зимою на Филиппинах, Борнео, островах Марианских и Палау (Salvadori, p. 366).

¹ J. Hooker in: J. Ross. A voyage of discovery and research in the southern and antarctic regions, during the years 1839—1843. Vol. II, London, 1847, p. 295, 297—299 (отчет Гукера занимает стр. 288—302).

² J. D. Hooker. Flora of New Zealand. I, London, 1853, p. XXXII (введение вышло также отдельно под заглавием Introductory essay to the flora of New Zealand).

³ Alph. de Candolle. Géographie botanique raisonnée. Paris-Geneve, 1855, II, p. 1047—1054.

⁴ Hooker. l. c., 1853, p. XXV. Здесь Гукер лишь вскользь останавливается на распространении арктических форм у мыса Горн, не касаясь Новой Зеландии.

⁵ Decandolle. l. c., p. 1330.

ренных частях Австралии¹. Сюда относятся: *Draba nemoralis*, *Lotus corniculatus*, *Geum urbanum*, *Carex stellulata*, *Hierochloa borealis*, *Deschampsia caespitosa*, *Trisetum subspicatum*, *Koeleria cristata* и другие². Все они, кроме *Trisetum subspicatum*, принадлежат к числу растений Великобритании. Многие из этих видов (именно 15) встречаются и в Новой Зеландии; всего же во флоре Новой Зеландии около 50 видов цветковых, общих с флорой Европы. Из числа вышеупомянутых 38 видов 28 свойственны и Тасмании. Далее приводится ряд европейских видов и родов, распространенных в южной Африке и на Огненной Земле и отсутствующих в тропиках³.

Переходя к объяснению этих фактов, Гукер приводит уже выше упомянутую гипотезу Дарвина, согласно которой в ледниковое время «формы умеренных поясов обоих полушарий были почти все сосредоточены в тропиках, откуда они затем, когда температура повысилась, должны были удалиться в горы тропиков, а также обратно, в те умеренные широты, где мы ныне находим большую часть их»⁴. Но это предположение Гукер отвергает (стр. XVII—XVIII); если бы в тропиках наблюдалось такое сильное падение температуры, какого требует гипотеза Дарвина, то тропическая флора должна была бы погибнуть и вновь возродиться не могла бы. Вместо этого Гукер выдвигает (стр. XVIII) мнение о миграциях растений в ледниковое время вдоль горных цепей; в частности относительно Анд он возвращается к своему уже ранее высказанному (в *Flora Antarctica* и в флоре Новой Зеландии) предположению, что в области Центральной Америки горы ранее были выше и благодаря этому способствовали переселению растений из одного полушария в другое, наперерез тропической области⁵. Что же касается распространения растений по горам Гималаев, Индо-Малайского архипелага, Японии и Австралии, то здесь Гукер допускает

¹ J. D. Hooker. *Flora of Tasmania*. I, London, 1859, p. XCIV—C, CIII (введение отпечатано, с той же пагинацией, отдельно под заглавием: *On the flora of Australia, its origin, affinities, and distribution*. London, 1859, pp. CXXVIII).

² Hooker, 1859, p. XCVII.

³ Hooker, l. c., p. XCVIII—XCIX. — Много примеров биполярности среди наземных растений приведено в работе: E. Du Rietz. *Problems of bipolar plant distribution*. *Acta phytogeographica suecica*, XIII, Uppsala, 1940, p. 215—282. Замечательное распространение рода *Euphrasia* (карта на стр. 224, l. c.). Он встречается на севере Старого света, доходя на восток до Японии, Кореи, Формозы, Филиппинских островов, Индо-Малайского архипелага и Новой Гвинеи. Есть в Канаде. Между 10 и 30° ю. ш. отсутствует, а затем снова появляется на юге Австралии, в Тасмании, Новой Зеландии, Чили. Намечается путь переселения рода *Euphrasia* в Австралию вдоль восточной окраины Азии и вдоль Индо-Малайского архипелага. — Хорошо показывает путь миграции из одного полушария в другое распространение хвойного *Libocedrus* из семейства кипарисовых и подсемейства туи: Китай, Бирма, Формоза, южные Молуккские острова, Новая Гвинея, Новая Каледония, Новая Зеландия, Калифорния, южное Чили (Engler, 1926). Но миграции этого рода, возможно, совершались еще в третичное время, причем, как полагает R. Florin (*The Tertiary fossil Conifers of South Chile and their phytogeographical significance*. K. Svenska Vetenskapsakad. Handl. (3), XIX, № 2, 1940, p. 82—83), миграции происходили с севера на юг. Остатки *Libocedrus* известны из третичных отложений северного полушария и даже с верхнего мела Амура; есть указание на нахождение этого рода в третичных осадках Южной Америки.

⁴ Hooker, l. c., p. XVII. «Флора Тасмании» вышла в свет в июле 1859 г., т. е. за несколько месяцев до «Происхождения видов», но Гукер был ранее знаком с трудом Дарвина.

⁵ М. Н. Окснер (О происхождении ареала биполярных лишайников. Ботан. журн. СССР, 1944, № 6, стр. 251) высказывает весьма приемлемое предположение о путях миграций из Северной Америки в Южную: переселения совершались не через узкий и низкий Панамский перешеек, а вдоль Антильского архипелага, который представляет собой погруженный складчатый хребет, соединявший Южную Америку, во-первых, с горными цепями Центральной Америки, а во-вторых, с горами Венесуэлы и Колумбии.

погружения горных цепей под уровень Тихого океана; вдоль подобных меридиональных, ныне исчезнувших, цепей и могли идти переселения (стр. XVIII—XIX).

Соображения Гукера заслуживают самого серьезного внимания. Несомненно, охлаждение тропиков не могло быть значительным, ибо иначе тропическая флора и фауна и на суше, и на море должна была бы погибнуть. Но что охлаждение было, об этом свидетельствует проникновение морских моллюсков умеренной зоны вплоть до тропиков (см. об этом выше). О размерах понижения температуры можно судить еще по следующим данным. Сардинки (*Sardina* и *Sardinops*), насколько можно заключить по их теперешнему распространению, не переносят температуры морской воды выше 20° С; в тропиках ныне вода в самом теплом месте не опускается на поверхности ниже примерно 24—25°¹. Следовательно, чтобы сардинки могли попасть в южное полушарие, температура тропиков должна была понизиться на четыре—пять градусов. Такое охлаждение могли вынести и тропические растения. Но, конечно, переселению растений должны были значительно способствовать горные цепи. Однако одно наличие горных цепей не могло обусловить биполярности в распространении растений, ибо, повторяем, если бы не вмешалась ледниковая эпоха, то в Андах, например, переселенцы должны были бы встречаться по всей цепи, а между тем этого нет.

Что охлаждение тропической зоны не могло быть велико, об этом свидетельствует то обстоятельство — и мы снова указываем на это, — что биполярными видами являются в громадном большинстве случаев виды не арктические, а умеренных широт, или же такие, которые свободно переносят как арктический, так и умеренный климат, например: *Carex Buxbaumi*, *Koeleria cristata*, *Empetrum nigrum*, *Primula farinosa* и другие.

Идеи Гукера о значении погружившихся под уровень моря меридиональных цепей, в вопросе о причинах расселения растений из одного полушария в другое, воспринял и подробно развил в последнее время (1940) Du Rietz (l. c.).

Переходим к дальнейшему изложению данных о распространении наземных биполярных растений.

На Огненной Земле известны следующие арктически-альпийские и северные виды, отсутствующие в промежуточных областях: *Erigeron alpinus*, *Primula farinosa magellanica*, *Gentiana prostrata*, *Empetrum nigrum rubrum*², *Carex incurva*, *C. microglochin*, *Phleum alpinum*, *Trisetum subspi-*

¹ В тропиках самая теплая вода находится во всех океанах между 0 и 10° с. ш. Здесь, в среднем, в Атлантическом океане 26,8°, в Индийском 27,9°, в Тихом 27,2° (O. K r ü m m e l. *Handbuch der Ozeanographie*, I, Stuttgart, 1907, p. 401). Наименьшая годовая амплитуда в открытом океане в тропиках несколько меньше 1° (Krümmel, l. c., p. 414). Таким образом, в самом теплом месте вода в среднем не опускается ниже 26—27°. Но эти амплитуды относятся к открытому океану, прибрежные же воды имеют, как известно, значительно большие амплитуды.

² Водяника, *Empetrum nigrum*, единственный представитель своего рода, распространена в северной Европе, северной Сибири, Охотской области, в Северной Америке от Аляски до Гренландии (см. В. Л. К о м а р о в. Флора Маньчжурии. Труды СПб. бот. сада, XXII, в. 1, 1903, стр. 701). На Огненной Земле представлена подвигом *Willd.* — *E. rubrum* Vahl; форма эта встречается, кроме того, в южном Чили, затем на одном из островов группы Хуан-Фернандес, отстоящем от Чили на запад на 800 км, далее на островах Фалькландских и Тристан-да-Кунья. — В настоящее время чилийскую водянику выделяют в особый вид *E. rubrum*, считая, что на Нью-Фаундленде и в районе залива св. Лаврентия встречаются два родственных «вида», *E. atropurpureum* и *E. Eamesi*.

catum и другие¹. Некоторые из этих видов, возможно, будут обнаружены в Андах умеренного пояса Южной Америки². Так, *Primula farinosa*, распространенная в арктическом поясе и в альпийской зоне Европы, Азии и Северной Америки, а затем на Огненной Земле и на Фалькландских островах, была найдена в чилийских Андах на север вплоть до 39° ю. ш. *Arnica alpina*, известная из Лапландии, Сибири и Северной Америки на юг до Калифорнии, обнаружена в Андах области Вальдивии³.

Для объяснения нахождения северных видов на Огненной Земле Шенк склонен привлечь участие пролетных птиц, которые способны разносить семена из одного полушария в другое. При этом он ссылается на соображения Гризебаха относительно возможности заноса семян *Gentiana prostrata* на Огненную Землю альбатросом (*Diomedea*), который «совершает перелеты от мыса Горна до Курильских островов и Камчатки»⁴. Шенк ожидает объяснения биполярного распространения наземных растений от орнитологов и не склонен присоединиться к взгляду Н.М.Альбова⁵, который видит причину в охлаждении тропиков в ледниковое время, т. е. развивает взгляд, аналогичный нашему. Однако вышеприведенные данные о нахождении некоторых арктическо-антарктических видов и в Андах противоречат предположению Шенка, ибо ни альбатросы, ни другие морские птицы не летят вдоль Анд⁶.

Напротив того, нахождение биполярных видов и в горах южного полушария свидетельствует о том, что, когда во время ледниковой эпохи тропики несколько охладились, некоторые из северных видов растений нашли себе путь на юг через посредство гор.

Наконец, упомянем еще, что листовые мхи и лишай Антарктики (именно, пролива Бельгики, к югу от Южной Америки) обнаруживают большее сходство с соответственной флорой Арктики, чем с близлежащей Огненной Землей (Schenck, l. c., p. 175—176).

¹ N. Alboff. Essai de flore raisonnée de la Terre de Feu. Anales del Museo de la Plata, Sección botánica. I. La Plata, 1902, p. 25—26.

² J. Harshberger (Phytogeographic survey of North America. Vegetation der Erde, herausgeg. von A. Engler und O. Drude, XIII, Leipzig, 1911, p. 334) приводит следующий список высокогорных видов Скалистых гор, снова появляющихся в горах умеренного пояса Южной Америки, но отсутствующих в Мексике и тропических Андах: *Gentiana prostrata*, *Trisetum subspicatum*, *Primula farinosa* и subsp. *magellanica*, *Draba incana magellanica*, *Alopecurus alpinus antarcticus*, *Saxifraga caespitosa cordillerarum*, *Polemonium micranthum antarcticum*, *Collomia gracilis*.

³ H. Schenck. Vergleichende Darstellung der Pflanzengeographie der sub-antarktischen Inseln insbesondere über Flora und Vegetation von Kerguelen. Wiss. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition «Valdivia» 1898—1899. Bd. II, Teil I, Lief. 1, Jena, 1905, p. 115. На эту работу обратил мое внимание покойный проф. М. И. Голеникин.

⁴ А. Гризебах. Растительность земного шара согласно климатическому ее распределению. Пер. А. Бекетова. II. СПб., 1877, стр. 424—425: «поглощая свою добычу, альбатрос (*Diomedea*) может вместе с тем поглощать семена растений, несомых морем и попадающих в рыбу, а затем он может иногда рассеивать вместе со своими экскрементами эти семена, прорастающие на далеких берегах».

⁵ Alboff, l. c., p. 61.

⁶ Нет ни одного альбатроса, который совершал бы пролеты от мыса Горна до Курильских островов. Из альбатросов, водящихся в области южной оконечности Америки, только два залетают, да и то случайно, в северное полушарие. Это: 1) *Thalassarche melanophrys*, желтоклювый сероспинный альбатрос, которого изредка встречали в северном Атлантическом океане вплоть до 80°11' с. ш.; один экземпляр, впрочем, жил 34 года на Фарерских островах (см. В. Л. Бианки. Птицы в: «Фауна России», I, вып. 2, 1913, стр. 930); вид этот гнездится, между прочим, на Фалькландских островах, и 2) *Thalassogeron chrysostomus*, серошейный узкоклювый альбатрос, который случайно залетает на север до берегов Орегона и Норвегии (59°50' с. ш.) (см. Бианки, l. c., стр. 936—938). Так как альбатросы питаются моллюсками, ракообразными, медузами, рыбой (Бианки, стр. 857), то весьма неправдоподобно, чтобы они могли служить к распространению семян.

Замечательно, что среди биполярных организмов мы на севере ни среди животных, ни среди растений, ни в море, ни на суше обычно не встречаем южных переселенцев: достаточною активностью, чтобы продвинуться из холодных и умеренных широт одного полушария в соответственные широты другого — такой активностью обладают, как правило, только северяне.

Мы, конечно, знаем целый ряд форм, которые сравнительно недавно распространились с юга на север; таковы, например, некоторые южно-американские сумчатые, перешедшие и в Северную Америку; таков один вид пингвинов (*Spheniscus mendiculus*), распространившийся из Антарктики, коренного местобитания этой группы, вплоть до экватора, именно до Галапагосских островов¹. Принадлежащая южному полушарию морская изопода *Serolis* дошла, вдоль западных берегов Америки, на север до Калифорнии². Асаена, дерево южного полушария (Анды, антарктические острова, Австралия), распространено на север до Мексики и Калифорнии³.

Но явлений биполярности виды, свойственные южному полушарию, обычно не обнаруживают. Почему — это пока является загадкой⁴.

БИПОЛЯРНОСТЬ БОЛЕЕ ВЫСОКИХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

В первых двух разделах данной главы мы рассмотрели примеры биполярных форм в пределах одного вида или близких видов. Эти случаи объясняются охлаждением тропической зоны в ледниковое время. Но есть факты, не укладывающиеся в подобную схему.

Можно привести ряд биполярных форм, резко обособившихся в обоих полушариях, относящихся к разным под родам, родам, а иногда к разным семействам. Очевидно, разобщение этих форм древнее четвертичного периода.

¹ Как указывает Гадов (Gadow. Vögel, II, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reiths), он достиг так далеко на север, очевидно, при посредстве холодной воды, выступающей на поверхность у западных берегов Южной Америки. Я полагаю, что это продвижение все же совершалось еще в ледниковое время.

² Ortmann, l. c., p. 585.

³ Harshberger, l. c., 1911, p. 274, 340.

⁴ Отметим здесь, впрочем, взгляд Гаккеля (E. Hackel. Ueber die Beziehungen der Flora der Magellansländer zu jener des nördlichen Europas und Amerikas. Mitteil. naturwiss. Vereins Steiermark, XLII, 1905, Graz, 1906, p. CX—CXV). Основываясь на распространении на Огненной Земле и в южной Патагонии некоторых биполярных видов злаков и осок, он полагает, что биполярная флора проникла, по ныне уже не существующим путям, из умеренных широт южного полушария на север. Также Друде (Drude, 1898) в своей монографии зонтичных считал, что биполярные Umbelliferae проникли из южного полушария в северное. По мнению Экмана (S. Ekman. Tiergeographie des Meeres. Leipzig, 1935, p. 322, ср. также p. 272, 317), биполярно распространенное семейство амфиод Pontogeniidae проникло из южного полушария, где встречается большинство видов и родов, на север. А. Н. Окснер (О происхождении ареала биполярных лишайников. Ботан. журн. СССР, 1944, № 6, стр. 243—255) приходит к выводу, что некоторые из биполярно распространенных лишайников (например, *Psoroma hupnorum*, вид, свойственный Арктике, горам умеренного пояса голарктики, а также Антарктике) — антарктического происхождения (около 40 видов рода *Psoroma* свойственны южному полушарию). Но значительно большее количество биполярных видов лишайников проникли, по свидетельству Окснера, из северного полушария в южное. — Любопытной особенностью географического распространения биполярных лишайников, по сравнению с биполярными видами других организмов, является наличие арктических видов, что, по мнению Окснера (стр. 254), указывает на выдающуюся пластичность лишайников.

По поводу предыдущих соображений о родине биполярных видов нужно заметить следующее. Обычно принимают, что родиной данного рода организмов является та область, где встречается большинство видов этого рода. Но это априорное положение весьма спорно.

Пресноводному и солоноватоводному северному семейству *Osmeridae* (корюшки) на Новой Зеландии и в южной Австралии соответствует семейство *Retroppinnidae*. Вообще группа семейств *Salmonoidei* (группирующихся около семейства *Salmonidae*, лососевых) в Антарктике представлена, кроме семейства *Retroppinnidae*, еще семейством *Harporichthyidae* (южная оконечность Америки, южная Австралия, Тасмания, Новая Зеландия)¹.

Миноги (семейство *Petromyzonidae*), в количестве пяти родов, распространены в северном полушарии, к северу от 30° с. ш.², совершенно отсутствуют в тропиках, а также во всей Африке³, затем снова появляются (эндемичные роды *Geotria* и *Mordacia*) к югу от 30° ю. ш., в Южной Америке; юго-восточной Австралии, Тасмании, Новой Зеландии, на островах Окленд (Auckland).

Аналогично распространение пресноводных десятиногих раков из родственных семейств *Astacidae* (*Potamobiidae*) и *Parastacidae*⁴. Первое семейство ограничено северным полушарием: Европой, Закавказьем, бассейном Сыр-дарьи, восточной Азией (Амур, Корея, северная Япония), Северной Америкой (тихоокеанские штаты и на север до Аляски). Второе распространено на Новой Зеландии, в Тасмании, Австралии, на Новой Гвинее, островах Ару (под 6° ю. ш.⁵), на Мадагаскаре и в умеренной части Южной Америки. В тропиках же (если не считать островов Ару) существует большой перерыв.

Относительно биполярности миног можно высказать предположение, что разделение областей их распространения произошло во время тех ледниковых эпох, которые были в дочетвертичное время. Мы знаем теперь, что мощные материковые оледенения происходили в докембрийское время (Варангер-фиорд, Китай, Австралия, южная Африка), затем верхнекарбонное или нижнепермское (Австралия, Индия, южная Африка, Южная Америка)⁶. Возможно, к последнему времени нужно отнести появление биполярности у миног.

Что касается семейств, близких к лососевым, и пресноводных десятиногих раков, то возникновение у них биполярности тоже древнее четвертичного периода.

Du Rietz (1940, p. 258) вообще склонен относить миграции наземных растений, повлекшие за собой явление биполярности, к более древним временам чем ледниковая эпоха, влияние которой, для наземных организмов, по его мнению, преувеличивают. Он ссылается на распространение буков: род *Fagus* распространен в умеренных широтах Старого света и на востоке Северной Америки. Ему соответствует в южном полушарии род *Nothofagus*, свойственный Чили, Новой Зеландии, Тасмании и юго-восточной Австралии. Род этот найден в третичных отложениях Антарктики (против южной оконечности Америки). Связи между Новой Зеландией, Австралией и Южной Америкой Du Rietz относит на третичное время.

¹ Л. С. Берг. Система рыбообразных и рыб. Труды Зоол. инст. Академии наук, V, вып. 2, 1940, стр. 231—242.

² См. Л. С. Берг. A review of the lampreys of the northern hemisphere. Ежегодн. Зоол. муз. Академии наук, XXXII, 1931, стр. 87—116. Также Труды Зоол. инст. Академии наук, V, вып. 2, 1940, стр. 106.

³ Европейская ручьевая минога *Lampetra planeri* указана для устья Конго (J. Pellegri n. Revue zool. Africaine, XI, 1923, p. 353—354), но это указание, по-видимому, ошибочно.

⁴ Прежде эти семейства рассматривались как одно—*Astacidae*.

⁵ G. Smith. The freshwater crayfishes of Australia. Proc. Zool. Soc. London, 1912, p. 167 (в последних двух местах *Cheraps quadricarinatus* Martens).

⁶ Подробности об этих оледенениях см. Л. С. Берг. О предполагаемой связи между великими оледенениями и горообразованием. «Вопросы географии», 1946, № 1. См. также ниже, гл. X.

Кроме того он допускает наличие в то же третичное время «транстروпических» мостов, покрытых высокими горами и облегчавших переселение растений из одного полушария в другое (p. 264).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышесказанное приводит нас к следующим выводам относительно явлений биполярности в пределах вида или родственных видов:

1. Явления биполярности, в громадном большинстве случаев, находят себе объяснение в охлаждении, какое испытала в ледниковое время тропическая зона. Тогда северные обитатели получили возможность пересечь экватор и заселить южное полушарие. С наступлением теплой послеледниковой (или межледниковой) эпохи переселенцы в тропиках вымерли или удалились оттуда, сохранившись в умеренных широтах, чем и объясняется прерывистость в географическом распространении.

2. Отсюда понятно, почему явления биполярности наблюдаются среди умеренных (бореальных) организмов, а не среди арктических.

3. Из предыдущего, в свою очередь, следует, что в ледниковое время охлаждение распространилось вплоть до тропиков, что некоторыми авторами отрицалось.

4. Ледниковая эпоха сказалась, очевидно, не только в увеличении количества атмосферных осадков, но и в понижении температуры.

5. Миграция морских животных и наземных растений в ледниковые эпохи шла преимущественно от северного полушария к южному. Активны обычно северяне.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ЛЁСС КАК ПРОДУКТ ВЫВЕТРИВАНИЯ
ПЧВООБРАЗОВАНИЯ

Настоящая глава представляет собой изложение предложенной мной в 1916 году почвенной или элювиальной теории происхождения лёсса. Рассматриваются также и другие взгляды на этот вопрос.

Согласно моей теории, лёсс и лессовидные породы имеют одно и то же происхождение: они образуются *in situ* (на месте) из разнообразных мелкоземистых, обязательно карбонатных пород в результате выветривания и почвообразования в условиях сухого климата.

Теория моя основывалась на наблюдениях, произведенных во время работ 1912—1914 годов в Черниговской области¹. Сначала она была принята украинскими геологами несочувственно. Но теперь положение вещей изменилось. Может быть, не лишне отметить, что скончавшийся в 1936 году профессор В. И. Крокос, лучший знаток украинского лёсса и виднейший на Украине представитель ветровой гипотезы, с жаром отстаивавший ее много лет в целом ряде трудов, в последнее время (1933, 1934) изменил свою точку зрения и стал признавать украинский лёсс за водно-ледниковое и аллювиальное отложение. Согласно моей теории, именно таково происхождение материнских пород украинских лёссов.

В приложенном в конце списка литературы приведены лишь упомянутые в тексте работы. Интересующихся западноевропейской и американской литературой о лёссе отсылаем к библиографическим спискам Free 1911, p. 124—141, и Steinig 1934, p. 205—223.

Хотелось бы, чтобы предлагаемое нами изложение лёссовой проблемы помогло географам, геологам и почвоведом ориентироваться в этом сложном вопросе.

Сдавая в печать в апреле 1946 года эту работу, законченную в октябре 1940 года, я имел возможность сделать только небольшое число дополнений, основанных частью на моих новых данных, частью на появившейся литературе.

ЛЁСС КАК ПОРОДА

Лёсс в лаборатории — это на первый взгляд невзрачная порода палевого цвета, рыхлого суглинистого сложения. Но в природе в нем все замечательно — и громадная область распространения, и однородность меха-

¹ В общих чертах доложено на заседании Докучаевского почвенного комитета 7 февраля 1913 года. Более подробно изложено в работе 1916 года. Дальнейшие дополнения см. в работах 1922, 1926, 1927, 1928, 1929 годов.

нического состава на больших площадях, и загадочная, хотя и не всегда наблюдаемая связь с ледниковыми областями. Не менее своеобразны лёссовые ландшафты: крутые, не покрытые растительностью обрывы, глубокие, сильно ветвящиеся овраги, платообразные водораздельные пространства — все это совершенно не похоже на тот мягко-волнистый рельеф, какой мы видим севернее, в области моренных отложений.

Интерес к лёссу возрастет еще больше, если мы вспомним, какое громадное практическое значение имеет эта порода: из нее образовались плодороднейшие почвы: черноземы, каштановые почвы, сероземы. Области развития лёсса в Европе, Азии, Северной и Южной Америке являются кормилицами человечества: таковы Украина и Аргентина с их пшеницей, Средняя Азия — с ее многочисленными культурными растениями (в том числе и хлопком), северный Китай с его просом, пшеницей, бобами и гаоляном. Прибавим еще, что лёсс — это универсальный строительный материал. Наконец, в лёссах Средней Азии проводятся оросительные каналы, и познание свойств этой породы есть основа рационального гидротехнического строительства.

Самое загадочное в лёссе — это способ его происхождения. Без разрешения этой проблемы нельзя понять истории областей оледенения. В самом деле, тогда как одни утверждают, что лёсс отлагался в сухих степях — как осадок нанесенной ветром пыли, другие приписывают лёссу водное происхождение, рассматривая эту породу как отложение ледниковых потоков. Физико-географическая обстановка, какую предполагают эти две гипотезы, диаметрально противоположна.

Столь же различны взгляды на время происхождения лёсса: одни думают, что он — современное образование, другие — ледниковое, третьи — межледниковое.

Если мы прибавим, что в лёссе нередко остатки четвертичной фауны, а также культуры человека (а иногда и остатки скелетов человека), то станет ясным, что, пока мы не проникнем в тайну лёсса, для нас будут совершенно непонятны последние, важнейшие этапы истории Земли и человечества.

Лёсс (от немецкого Löss; корень тот же, что в слове los, в смысле рыхлый, осыпающийся) есть рыхлая, пористая, неслоистая порода палево-желтого цвета, богатая карбонатами кальция и магния (иногда этих карбонатов до 10—15% по весу и более)¹ и обладающая способностью обваливаться вертикальными стенками. По сравнению с песком это порода компактная, по сравнению с глиной — рыхлая, не пластичная.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Весьма характерен механический состав лёсса: это суглинок (реже супесь) или легкая глина, однородного, пылеватого строения, порода, в которой большое значение имеют частицы диаметром от 0,05 до 0,01 мм, составляющие иногда половину или даже более всей массы. Порода, обладающую таким механическим составом и другими вышеперечисленными свойствами, обычно называют «типичным» лёссом, и сторонники ветровой (эоловой) гипотезы принимают, что такой лёсс («эоловый») происходит из пыли, принесенной ветром.

Но сплошь и рядом встречаются породы, похожие на лёсс, но отличающиеся от него одним каким-нибудь или несколькими признаками: то

¹ В Новоукраинке (Одесская область) в нижнем горизонте лёсса количество карбонатов кальция достигает 25,6% (Крокос, 1926, стр. 117, 118). В лёссах по среднему Рейну их бывает до 34% (Wegweke, 1924, p. 18).

слопистостью, то отсутствием карбонатов, то глинистым или песчаным составом, то присутствием валунов и так далее. Такие породы называют не лёссом, а лёссовидными: есть лёссовидные суглинки, лёссовидные глины, лёссовидные пески, лёссовидные морены. Этим породам большинство приписывает водное образование, а о происхождении лёссовидных морен обычно совсем умалчивают.

Даже те лёссы, которые принято считать типичными, отличаются значительным разнообразием: одни ближе к суглинкам, другие — к супесям, третьи — к глинам, как это видно из нижеприводимых механических анализов типичных лёссов Черниговской области, Средней Азии (предгорья Тянь-шаня) и других мест:

	1—0,5	Диаметр частиц в мм			Менее 0,01 мм
		0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	
1	—	0,03	34,26	30,50	35,21%
2	—	0,01	17,32	40,85	41,82
3	—	0,05	7,11	13,98	78,86
4	—	—	13,00	57,10	29,9
5	0,1	0,3	5,60	25,40	69,2
6	—	0,70	4,56	65,34	30,30
7	—	0,24	11,66	68,65	19,43
8	—	0,13	6,70	76,57	17,60
9	—	0,06	3,54	76,85	19,55
10	—	11,62	—	58,31	30,70
11	0,29	—	11,36	27,94	60,40
12	—	0,01	5,69	58,25	36,05
13	—	0,23	10,91	51,60	37,26
14	—	0,19	12,59	64,99	22,23
15	—	0,09	2,55	45,13	82,23
16	0,0	8,5	—	40,00	51,50
17	0,1	8,70	—	27,80	63,40

1. Левый берег р. Арыс, обрыв в 8 км от ст. Арыс (Неуструев, Чимкентский уезд, стр. 27).
2. К северу от ст. Вревской, с глубины 172—180 см (Неуструев, 1. с., стр. 202).
3. Вревское, с глубины 81—90 см (Неуструев, 1. с., стр. 202).
4. Правый берег Десны, южнее Новгород-Северска, с глубины 5 м (Архангельский, 1913, стр. 19).
5. Новгород-Северский район, у Форостовичей, с глубины 1,5 м (Архангельский, 1. с.).
6. Копотопский район близ хутора Нандыбы, с глубины 210—218 см (Жолчинский, 1914, стр. 62).
7. Кролевецкий район, с глубины 160—168 см (Порубиновский, 1914, стр. 87).
8. Кролевецкий район, с глубины 200 см (Порубиновский, 1. с.).
9. Кролевецкий район с глубины 200 см (Порубиновский, 1. с.).
10. Голодная степь у ст. Сыр-д-рынской, глубина 8 м (Димо, 1910, стр. 41).
11. б. Анжиганский уезд, на абсолютной высоте 1100 м, с глубины 110 см (Неуструев, 1912, стр. 144).
12. Прилуцкий район, в 10—12 км от р. Уда, притока Сулы, плато (Морозов, 1932, стр. 244).
13. Близ г. Мстиславля, на р. Вехре, притоке Сожа (Морозов, 1. с.).
14. Трубчевский район, на р. Десне (Морозов, 1. с.).
15. Левобережье нижнего Днепра, заповедник Чапли, с глубины 150 см (Савинов и Францесон, 1930, стр. 49, «буровато-палевый лёсс»).
16. Грязовецкий район, с глубины 110—120 см, «лёссовидный суглинок» (Трутнев, 1936, стр. 564).
17. Ташкент, Бурджар, с глубины 550 см (Воронов, 1938, стр. 7).

Ниже приводятся механические анализы образцов лёсса и развитой на нем черноземовидной почвы, взятых у с. Дягова Мглинского района Орловской области¹. Вскипание наблюдалось с глубины 185 см.

Глубина в см		Более 0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	Менее 0,01 мм	
Горизонт	A ₁ . .	0—10	0,17	0,68	12,72	51,95	34,48
»	A ₂ . .	30—40	0,05	0,20	7,75	79,29	12,71
»	B . . .	43—59	0,03	0,21	6,06	74,15	19,25
»	» . . .	70—85	0,06	0,22	11,01	64,94	23,74
»	» . . .	95—110	0,05	0,15	9,11	65,28	25,41
»	» . . .	142—157	0,03	0,10	12,82	74,88	12,14
»	» . . .	160—178	0,02	0,18	10,73	73,21	15,86
»	» . . .	187—200	0,04	0,18	3,98	80,72	15,08
«	» . . .	302—314	0,04	0,20	7,08	74,68	18,00
»	» . . .	367—379	0,16	0,37	8,99	68,64	21,84

Содержание коллоидов, т. е. частиц диаметром менее 0,2 микрона, в лёссах (и для сравнения в других породах) таково:

Лёсс (непросадочный) у Ташкента, с глубины 2—12 м (Юсупова, 1941),	7,3—13,4%
Лёсс (просадочный) с террасы р. Чирчика, неорошаемый, мощностью 20—35 м, с глубины 2—18 м (Юсупова, 1941).	1,3—6,5
Лёссовидный суглинок Голодной степи (Розанов и Шукевич, 1943, стр. 38).	0,5—5,0
Лёсс, Прилуки, с глубины 180—190 см (Морозов, 1932).	0,6
Лёсс, Мстиславль, с глубины 180—190 см (там же).	2,7
Лёсс, Трубчевск, с глубины 200—260 см (там же).	1,0
Лёссовидный суглинок тульский, с глубины 200—210 см (там же).	11,0
Валуны суглинок Ленинградской области (Роде, 1938, стр. 186).	7,2
Сыртовая глина Заволжья, с глубины 390—410 см (там же).	27,3
Чернозем кубанский, с глубины 80—100 см (тяжелая, слитая-глина) (Гедройц, 1933).	47,8

Вопрос о коллоидной фракции лёссов очень важен, так как почвенные коллоиды представляют собою поглощающий комплекс лёссов. Комплекс этот образуется в результате процессов выветривания и почвообразования. В лёссах содержание коллоидов мало, так как образование лёссов, т. е. превращение материнских пород лёссов в лёссы, происходит, во-первых, при наличии больших количеств углекислого кальция и, во-вторых, в обстановке сухого климата, а при этих условиях выветривания происходит, как будет показано ниже (стр. 180 сл.), укрупнение мелкозем.

Теперь возникает вопрос, что следует называть типичным лёссом, имея в виду механический состав. На это обычно отвечают так: это лёссы, в которых частицы диаметром 0,05—0,01 мм составляют около половины всей массы или более. Лёссы Средней Азии (например, приташкентские или ферганские или чимкентские) принято считать, вообще говоря, типичными. Но они, как видно из таблицы, заключают физической глины (т. е. частиц менее 0,01 мм диаметром) до 79%, а иногда (приташкентские) даже до 89%. Поэтому не совсем неправы те почвоведы, которые теперь стали называть среднеазиатские лёссы не лёссами, а лёссовидными породами (Ю. Сковров, 1932, стр. 54).

Грунты, развитые на правобережье Терека выше Моздока (в Малой Кабарде), называют лёссовидными глинами. Однако они, по словам Неуструева и Ивановой (1927, стр. 131), «ничем существенным от лёссов приташ-

¹ Данные Я. Н. Афанасьева.

кентского района или Ферганы и не отличаются», заключая 66—77% частиц менее 0,01 мм (стр. 126), тогда как ташкентские лёссы 68—89% (стр. 131). С этой точки зрения лессовидные породы восточной Украины (к востоку от меридиана Харькова) тоже есть лёсс, и нельзя возражать против терминологии Загория (1935, стр. 63, 65, 67, 68), называющего грунты левобережья Северного Донца (в Купянском округе) лёссами, хотя они заключают всего 14—20% частиц диаметром 0,01—0,05 мм, а физической глины 61—68%.

Итак, «типичным» лёссом геологи и почвоведы называют породы с количеством физической глины от 12 до 89%.

Мы говорили сейчас о «типичном» лёссе. Но лессовидные породы чрезвычайно разнообразны по механическому, химическому, петрографическому составу, по цвету, текстуре и другим признакам. Они столь же разнообразны, как и почвы, входящие в состав одной какой-нибудь зоны. Поэтому правильнее было бы говорить не о лёссе, а о породах лёссовой зоны.

В окрестностях только одного Люблина Криштафович (1902) нашел:

1) типичный «субаэральный» (ветровой) лёсс;
2) лёсс крутых склонов («горный субаэральный лёсс») со включениями обломков горных пород;

3) «равнинный субаэральный речной лёсс», залегающий в основании лёссового яруса, в древних речных долинах: он песчанист, содержит прослой типичных речных песков, часто с гравием и галькой, и иногда прослой гальки;

4) «нижний аллювиально-гумусовый лёсс озерно-речного подъяруса» — слоистое образование, заключенное в толще «субаэрально-речного» лёсса;

5) «аллювиально-озерный» лёсс, тонкослоистый, с остатками Ostracoda;

6) «болотный субаэрально-аллювиальный лёсс».

(Материнская порода всех этих разновидностей лёсса есть аллювий, кроме № 2, который происходит из делювия).

Из предыдущего видно, насколько неправильно упоминаемое Вольдштедтом (1929, р. 111) мнение Рихтгофена, будто лёссы с берегов Рейна, с перевала Дукла в Карпатах, из Китая и из Северной Америки «абсолютно неразличимы».

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

В отношении химического состава приведем данные для ташкентского лёсса (в процентах по весу к воздушно-сухой навеске образца лёсса с глубины 10 м; Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 27):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Потеря от прокаливании	H ₂ O при 105°	CO ₂
51,5	13,51	4,59	12,0	2,53	1,68	1,43	0,93	13,10	2,02	8,56

Таков же примерно химический состав и других лёссов: половина всей массы или более приходится на кремнезем.

Ниже приводятся данные о распределении кварца, карбонатов кальция и магния и полуторных окислов в разных фракциях лёсса из юго-восточной части Голодной степи (Баяут), взятого с глубины 300—310 см от поверхности почвы (Оловянишников, 1937, стр. 712—713)¹:

¹ Анализ производился методом сливания. Перед анализом образцы кипятились три часа.

Фракции, мм	SiO ₂	CaCO ₃	MgCO ₃	R ₂ O ₃
0,1—0,01	59,2%	19,8%	1,9%	11,5%
0,005—0,001	49,1	18,9	1,7	21,5
<0,001	47,5	4,1	1,2	28,6

Этот анализ показывает, что в самой мелкой из исследованных фракций количество кварца уменьшается, количество карбонатов резко падает; количество же полуторных окислов сильно увеличивается.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Лессовидный суглинок Голодной степи (Узбекистан) имеет такой минералогический состав в крупной (частицы свыше 0,01 мм диаметром) и мелкой (меньше 0,01 мм) фракциях (Розанов и Шукевич, 1943, стр. 40):

Фракция	Содержание минералов легкой фракции в %	Кварц	Полевой шпат	Кальцит	Глинные минералы
0,1—0,01 мм	95,9	39,4	28,0	9,3	19,2%
меньше 0,01 мм	97,5	22,9	40,7	0,2	33,6

Бросается в глаза большое содержание полевых шпатов (10—30%) в лёссах Средней Азии и сравнительно малое количество кварца (вообще же в лёссах Голодной степи встречается до 50% кварца; Герасимов и Шукевич, 1939, стр. 121).

Для сравнения приводится минералогический состав крупной фракции лёсса Кузнецкой степи с глубины 150—160 см (Роде, 1938, стр. 205).

Диаметр частиц, мм	Кварц	Микроклин	Мусковит	Биотит	Вурый железняк
1—0,25	48	3	0	0	48%
0,25—0,05	76	5	2	1,5	5
0,05—0,01	52	2	30	4	0

Типичные лёссы Приднестровья (брянские, полтавские) заключают во фракции 0,5—0,01 мм от 60 до 90% кварца (Казаков, 1935, стр. 414—416).

В состав коллоидной фракции (меньше 0,2 микрона) среднеазиатских лёссов входят главным образом монтмориллонит $n(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3-5\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, глинный минерал, обладающий, по сравнению с каолинитом, большою адсорбционной способностью по отношению к воде и обменною в отношении катионов. В других образцах тех же лёссов преобладает каолинит (Юсупова, 1941).

Состав тяжелых минералов в лёссах Приднестровья таков: рудные минералы, роговая обманка, циркон, эпидот, гранат и рутил. Состав тяжелых минералов таков же, что и в ледниковых отложениях севера восточ-

ной Европы. «Это обстоятельство является существенным аргументом за признание тесной генетической связи комплексов ледниковых отложений севера восточноевропейской равнины и лёссов среднего и нижнего Приднепровья» (Герасимов и Шукевич, 1938, стр. 120).

ПОРИСТОСТЬ

О большой пористости лёсса можно судить, например, по тому, что удельный вес приташкентского лёсса равен 2,55—2,75, а объемный вес в сухом состоянии 1,25—1,55. Пористость лёсса (или процентное отношение объема пор к объему образца) составляет на целинных лёссовых массивах 50—55%; заметная часть пустот приходится на долю «макропор» диаметром до 2—3 мм, а также канальцев от корней растений, ходов червей и насекомых. Те лёссы, которые подвергались искусственному орошению, имеют меньшую пористость, 38—42% (все данные из Воронова, 1938, стр. 8)¹.

ФОРМА ЗЕРЕН В ЛЁССЕ

В литературе можно встретить указания, что в лёссе зерна кварца «всегда угловаты» (Швецов, 1934, стр. 170), имеют «резко выраженную угловатую форму» (Пустовалов, 1940, стр. 155).

Казаков (1935, стр. 407—411) в своей обстоятельной работе описывает типичные лёссы («пухляки») окрестностей Орши и Минска как лессовидные породы. Основание для этого следующее: «наличие хорошо отсортированного, однородного материала с значительным количеством окатанных зерен указывает на участие в накоплении пород широких, спокойных потоков воды. Поэтому естественнее всего считать пухляки образованиями флювиогляциального типа».

Однако, если мы прочитаем описание полтавского лёсса, признаваемого Казаковым (стр. 416) за типичный, то мы увидим, что и здесь во фракции 0,5—0,25 мм кварцевые зерна имеют среднюю степень окатанности; во фракции 0,25—0,01 мм есть кварцевые зерна и угловатые и, в меньшем количестве, окатанные; более мелкие фракции не исследовались. В лёссе из бассейна Десны (Казаков, 1935, стр. 414) среди зерен кварца попадаются как угловатые, так и слабо окатанные во всех фракциях от 0,5 до 0,01 мм; встречаются округлые зерна пироксена, роговой оманки, полевого шпата. В лессовидных глинах левобережья нижнего Днепра (заповедник Чапли) в крупных фракциях, выше 0,05 мм, преобладают окатанные и полуокатанные зерна, во фракции же 0,05—0,01 мм встречаются полуокатанные, но преобладают неокатанные (Савинов и Францессон, 1930, стр. 51—55, 58). В саксонском лёссе зерна кварца тоже обычно имеют более или менее окатанные ребра, причем эта окатанность находитается и в очень мелких зернах диаметром до 0,003 мм (Sauer, 1889, р. 330—331). Нужно при этом иметь в виду следующее обстоятельство. В валунных суглинках, а особенно в валунных супесях, среди угловатых зерен кварца встречается в тех же исследованных фракциях (крупнее 0,05 мм) не мало окатанных (подмосковный моренный суглинок, трубчевская валунная супесь; Казаков, 1935, стр. 402—403, 406; см. также Sauer, р. 331; Sherzer, 1910, р. 628, pl. 43, fig. 2). Относительно полтавских валунных глин, пресноводных

¹ Много данных о пористости приташкентских лёссов приведено у Андрухина, 1937, стр. 77—80. Крайние цифры пористости 38—53%. Крайние цифры сухого объемного веса 1,24—1,62 (стр. 33).

мергелей и лёсса Агафонов (1894, стр. 194) говорит, что «микроскопическая основа всех этих образований одна и та же—окатанные и более острые зернышки»¹.

Таким образом, совершенно ясно, что окатанность зерен в лёссе не эолового, а водного происхождения².

С другой стороны, в лёссах заведомо аллювиального происхождения, например в лёссах террас Дуная у Кремса, зерна кварца, как правило, угловаты (Kölbl, 1931, р. 106). То же в лёссах Хэ-нани (Barbour, 1927, р. 283—284). И в заведомом речном аллювии мелкие частицы не всегда бывают окатаны. Степень окатанности частиц в наносе, переносимом водой, зависит от расстояния, какое частицы прошли, от скорости течения, от продолжительности переноса водою.

Рихтгофен видел в угловатости кварцевых зерен китайского лёсса доказательство его ветрового происхождения. Напротив, другие авторы (Твенхофел, стр. 77) в пользу эоловой гипотезы приводят окатанность зерен в европейском лёссе.

На самом деле, как мы видели, окатанность зерен в европейском лёссе говорит о его связи с мореной и с водно-ледниковыми отложениями. И по степени окатанности невозможно отличить типичные лёссы от нетипичных.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Лёсс избегает тропиков и холодных стран (см. карту на стр. 164). Область распространения лёсса и лессовидных пород—это средняя Европа, южная часть восточной Европы, восточное Закавказье, Иран (в географическом смысле)³, советская Средняя Азия, Восточный Туркестан, Западная Сибирь на север до северного побережья Гыданского полуострова (71° с.ш., Ермилов, 1935, стр. 22) и далее на восток до долины Ангара и Иркутка⁴. Новосибирские острова⁵, средняя Якутия, Забайкалье, Монголия, Манджурия, северный Китай, затем—умеренные широты Северной и Южной Америки. Пока не указан лёсс для Африки⁶ и Австралии, но он есть в восточной части южного острова Новой Зеландии (Cotton, 1926, р. 270).

В западной Европе северная граница распространения типичного лёсса идет в Бретани по берегу Ламанша (см. карту I у Grahnapp, 1932; а также ниже, стр. 238), отсюда по берегу до Калэ, затем поворачивает к Брюсселю, пересекает Везер у Миндена, проходит несколько южнее Лейпцига, направляясь отсюда к Бреславлю. По Висле идет на север до Пулава. Отсюда северная граница направляется примерно к Киеву. Замечательны островки лёсса по Гаронне и Роне, связанные, очевидно, с оледенением Пиренеев и Альп. К югу от Альп имеется островок лёсса близ Турина. Большие площади занимает лёсс в бассейне Дуная вплоть до низовьев.

Пределы распространения более или менее типичного лёсса в северном полушарии—это 55—30° с.ш., в Южной Америке—между 41 и 21° ю.ш.

¹ См. также Агафонов, стр. 122 (лёсс), 148—151 (валунные отложения), 164—165 (пресноводные мергели).

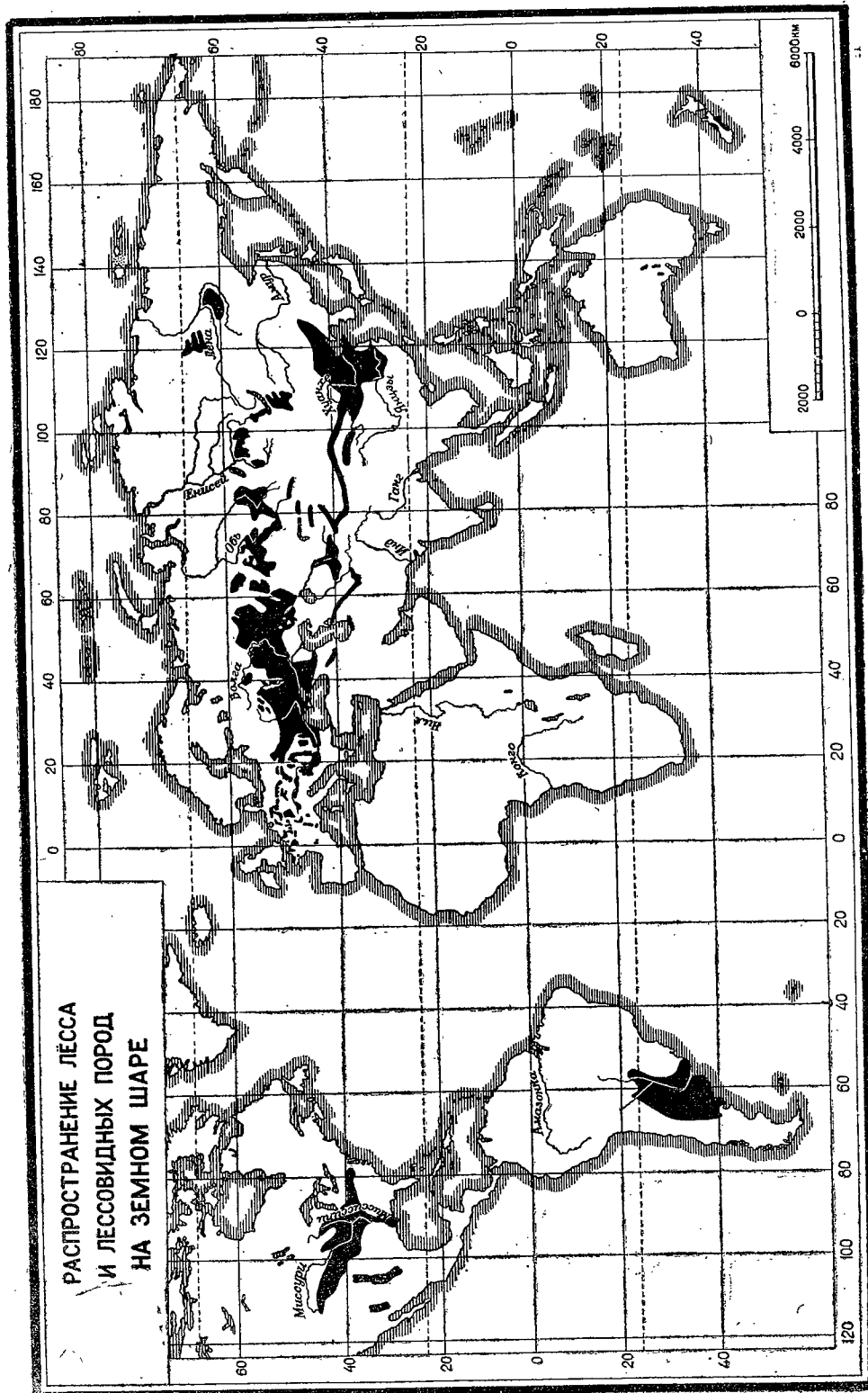
² В ташкентском лёссе форма зерен кварца большей частью не округлая (Толстихин, 1928, стр. 1).

³ Лёссы есть и в Палестине, именно на самом юге ее, в районе Beersheba. Они, по Рейфенбергу (1939, р. 306), «частью эолового, частью речного происхождения». Надо думать, что материнские породы этих лёссов есть делювий.

⁴ Домбровский, 1934, стр. 12, 21, карта.

⁵ Остров Ляховский (Ермолаев, 1932, стр. 172—173).

⁶ Впрочем, Du Toit (1939, р. 441) указывает, что в южной Африке, в степях Карру, между горами Cedarberg на западе и Zuurberg на юге, приблизительно под 33° ю.ш., в долинах рек развита порода, напоминающая лёсс по Миссисипи.



В вертикальном направлении лёсс в Германии идет обычно до 300 м, редко до 400 м, в Карпатах поднимается выше 1 200 м, в Тяньшане до 3 000 м (Неуструев, 1912, западный склон Ферганского хребта), на западном Памире до 4 500 м (Марков, 1936, стр. 455), в северном Китае до 2 000 м.

Площадь, занимаемая лёссом, по приблизительному подсчету (Кейльгак, 1920), не менее 13 млн. кв. км. Принимая среднюю мощность лёсса в 10 м, подсчитывают, что лёсс мог бы покрыть всю сушу слоем около метра толщиной.

Относительно залегания лёсса надо сказать, что он приурочен не только к высоким речным террасам, но на равнинах и невысоких плато нередко слагает и невысокие водораздельные пространства. Бывает лёсс и на склонах гор, где он, без сомнения, делювиального происхождения (см. ниже).

ОБЗОР ВЗГЛЯДОВ НА ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛЁССА

Лёссы могут, по своему происхождению, принадлежать безразлично к ледниковым, морским, озерно-речным, элювиальным и делювиальным образованиям.

Докучаев, 1892.

Объяснение происхождения лёсса наталкивается на значительные трудности. В лёссах и лессовидных породах соединены особенности, не совсем обычные для нормальной осадочной породы, занимающей такие громадные площади: лёссы и лессовидные породы обычно не слоисты и обладают характерным мелкоземистым механическим составом, заключая, как правило, очень мало частиц диаметром свыше 0,1 мм.

Для объяснения происхождения лёсса выдвигались самые фантастические гипотезы и делались самые неожиданные сопоставления. Кейльгак (1920) высказывается за космическое происхождение лёсса: при этом, согласно упомянутому автору, «образование лёсса есть причина наступления ледниковых эпох». Один из наших авторов считает, что возражения против делювиальной теории происхождения лёсса основаны «на евклидовском восприятии вневременного трехмерного пространства, в природе объективно не существующего» («Почвоведение», 1937, стр. 595). Очевидно, для объяснения происхождения лёсса необходимо прибегнуть к четвертому измерению!

Голландский исследователь Druif (1927) перечисляет 20 различных теорий происхождения лёсса. Мы остановимся лишь на важнейших.

ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ТЕОРИИ

В третьем томе своих *Principles of Geology* (1833, p. 151) Ляйель, описывая рейнский лёсс, говорит о нем: это «удивительный аллювий, содержащий раковины современных наземных моллюсков». Ляйель (1833) рисовал себе происхождение рейнского лёсса предположительно так: воды большого озера, подобного Боденскому, внезапно, вследствие землетрясения, прорвались в долину Рейна, размывли слоистые молассовые суглинки, местами весьма похожие на лёсс, и отложили эту муть в качестве лёсса в бассейне Рейна.

Летом 1833 года знаменитый геолог занялся специальным исследованием лёссовых площадей в бассейне среднего Рейна. Прежде всего он тщательно собрал фауну лёсса и фауну современных (отложенных в том же году) наносов Рейна. Это позволило ему сделать чрезвычайно важный вывод,

который мы и сейчас рекомендуем вниманию сторонников ветровой гипотезы: в современных наносах Рейна, как и в лёссе, преобладают раковины наземных моллюсков (Lyell, 1834, p. 111—112). Вот цифровой материал, подтверждающий это положение Ляйеля: на правом берегу Рейна у Бонна в лёссе им найдено экземпляров раковин моллюсков (оставляем номенклатуру родов, какая была во времена Ляйеля):

наземных 185 (*Helix* 167, *Pupa* и *Clausilia* 18),
водных 32 (*Lymnaea* 17, *Paludina* 10, *Planorbis* 5).

На бичевнике Рейна у Бонна в современных наносах реки найдено раковин моллюсков (причем обращалось внимание на то, чтобы эти раковины не были вымыты из лёссовых обрывов):

наземных 147 (*Helix* 133, *Pupa* и *Clausilia* 12, *Buliminus* 2);
водных 126 (*Paludina* 48, *Planorbis* 34, *Neritina* 28, *Lymnaea* и *Succinea* 5,
Unio 6, *Ancylus* 3, *Cyclus* 2).

Указывая далее, что «минералогический состав лёсса тот же, что и тех желтых карбонатных осадков, которые и теперь характерны для вод Рейна», Ляйель из всех упомянутых данных делает единственно возможный вывод, что материал лёсса был принесен водой. Однородность состава лёсса, говорит он, заставляет признать эту породу за осадок большой, подобной Рейну, реки, все время заливавшей данную область и всегда отлагавшей осадок того же рода (p. 122). Но приписывая лёссу речное или озерное происхождение (a fluvatile or lacustrine formation, p. 120), Ляйель не скрывал от себя трудностей этой проблемы: главное затруднение, говорит он, заключается в том, чтобы объяснить современное залегание лёсса.

Лёсс долины Миссисипи Ляйель (1867, p. 464) тоже рассматривает как осадок громадной реки, заливавшей прибрежные равнины. Он упоминает о нахождении в лёссе по Миссисипи, на глубине 1,2 м от поверхности и на высоте около 60 м над уровнем воды в реке, остатков пресноводной рыбы из *Catostomidae* (близких к карповым), и попытки свойственных этой реке.

Ляйель понимал, что отложение лёсса должно было происходить при совсем других физико-географических условиях чем современные. Поэтому, хотя о ледниковой эпохе он ничего не говорит, мы причисляем его теорию к водно-ледниковым (флювио-гляциальным).

В «Древности человека» (1863, гл. XVI) Ляйель развивает такие соображения. Повсеместно и во все геологические периоды реки отлагали тонкий ил на заливаемых ими равнинах, как это, например, производит теперь Нил. Ил этой реки по химическому составу совершенно сходен с рейнским лёссом¹. Равным образом с лёссом Рейна чрезвычайно сходен древний аллювий Миссисипи — как по минеральному составу, так и по фауне наземных и пресноводных моллюсков. Вместе с тем в ледниковое время Альпы служили центром распространения не только валунов и гравия, отложенного дальше чем валуны, но также и тонкого ила, который был перенесен на значительно большие расстояния. Лёсс обычно лишен ископаемых; когда же они имеются, то представлены главным образом наземными моллюсками, водные же приурочены к осно-

¹ Замечательно, что произведенный недавно (1921) известным французским петрографом Кайе (Cauyex) механический и химический анализ нильского ила подтвердил его полное сходство с типичным китайским лёссом (Швецов, 1934, стр. 172).

ванию породы, где она в долине Рейна перемежается с речными галечниками. Эти последние, с галькой альпийского происхождения, показывают, что сначала река имела возможность переносить грубый материал, впоследствии же она стала отлагать лишь тонкий ил.

Эта теория — происхождение лёсса водно-ледниковым путем (из ледниковой «грязи») — нашла широкий отклик не только на западе, но и у нас.

Werveke (1924, p. 10, 16), в результате многолетних геологических исследований в бассейне среднего Рейна, пришел, в отношении здешнего лёсса, к такому же выводу, что и Ляйель: здешний лёсс есть продукт истирания основной морены альпийских ледников; этот ил отложен Рейном в запрудных водоемах во время наступания ледников; когда запруды исчезли, «обнажился лёсс».

Барбот-де-Марни (1869), имевший случай наблюдать лёсс вдоль линии железной дороги Одесса—Балта, считает эту породу за «осадок обыкновенных рек в дилuviальный период». И. В. Мушкетов (1876, изд. 1910, стр. 163), ссылаясь на то, что в Средней Азии лёсс приурочен к долинам больших рек (Бадам, Келес, Чирчик, Ангрен, Зеравшан, Талас, Чу, Или и другие), склонен считать лёсс за «речное образование». Вскрсе, однако, по выходе в свет книги Рихтгофена (1877), Мушкетов примкнул к его воззрениям.

К числу видных сторонников водно-ледниковой гипотезы относится Кропоткин (1876, прил., стр. 20—22). Указывая на присутствие в лёссе сухопутных моллюсков и на отсутствие слоистости, этот автор принимает, что лёсс откладывался на суше, покрытой травяной растительностью и наводнявшейся временными потоками или периодическими разливами рек, «подобно тому как нарастает теперь нильский ил, с которым лёсс тождествен по составу». Ил, давший начало лёссу, не мог быть, по взгляду Кропоткина, продуктом истирания в самом русле реки местных горных пород, так как эти продукты в реках обычно рассортировываются на глину и песок; материал, годный для образования лёсса, дает только растертая ледниковая грязь, разносившаяся реками из-под ледникового покрова. Для образования мощных толщ лёсса нужны, по Кропоткину, следующие три условия: 1) существование больших рек или множества мелких потоков, не имеющих еще определенного русла, 2) возможность сильных половодий, 3) наличие моренного наноса, размываемого рекой и мелкими потоками.

Соображения Ляйеля и Кропоткина заслуживают полного внимания. Но против них можно представить следующее возражение. Аллювий современных рек, вытекающих из-под ледникового покрова, не дает начала лёссу.

Как бы то ни было, к числу сторонников водно-ледниковой гипотезы надо отнести и Докучаева (1892, стр. 116—117, 1892а, стр. 16—17). Он рассматривает полтавский лёсс как «ледниковый ил, отложившийся на суше из глетчерных вод»: во время «ледниковых водополий» тончайшая ледниковая муть откладывалась на суше, уже одетой богатой травяной (местами и лесной) растительностью и населенной степными животными. Такого же происхождения, по Докучаеву, и рейнский лёсс¹.

В отношении полтавского лёсса Агафонов (1894, стр. 194) разделял

¹ Что касается азиатского лёсса, то он частью ледникового происхождения, частью же представляет собой элювий, делювий и аллювий, «и может быть, только изолированные, расположенные по глубоким ущельям участки действительно принадлежат к беспорным владениям Эола» (Докучаев, 1892, стр. 114).

взгляды Докучаева¹. Наконец, и Кудрявцев (1892, стр. 794) считает, что черниговский, орловский, курский лёсс есть ледниковая муть, отложенная в обширных и мелких бассейнах: лёсс есть элювий ледниковой мути. Танфильев, ранее (1912) считавший лёсс ветровым осадком (см. ниже), впоследствии (1922, стр. 109; 1928, стр. 24) присоединился к мнению Докучаева — лёсс это муть, вынесенная из морены талыми ледниковыми водами².

Афанасьев (1924, стр. 151) приписывает лёссам и лессовидным породам Белоруссии аллювиальное происхождение. Такого же мнения относительно происхождения орловских лёссовых пород держатся А. Иванов (1925, стр. 25) и Саваренский (1925, стр. 234): «талые воды ледника образовывали водные бассейны; взмученный в этих бассейнах материал осаждался на дно и послужил материалом для лёсса». Данышин (1936, стр. 57) стоит за водно-ледниковое происхождение орловских и курских лёссов (лист 45).

По мнению Крокоса (1934, стр. 22, 26), верхний горизонт лёсса Черниговского района представляет, как и лёсс внеледникового района, «флювио-гляциальные и аллювиальные отложения, синхроничные последнему наступанию ледниковых масс восточной Европы»³. Равным образом относительно типичных полтавских лёссов ледникового района (по линии Гребенка — Лубны — Миргород) Крокос (1933, стр. 59) пишет, что «значительная часть их пресноводного происхождения», в них преобладают пресноводные моллюски.

Украинские палеонтологи, специалист по млекопитающим Пидопличка (1935, стр. 80; 1937, 1938, стр. 59) и Бондарчук (1939, стр. 50), изучающий моллюсков; стоят за водное происхождение здешнего лёсса.

Из взглядов иностранных авторов отметим первоначальное мнение Ваншаффе (1886, стр. 367—368), впоследствии ставшего сторонником ветровой гипотезы: северогерманский лёсс есть осадок, отложившийся в запрудных озерах и речных разливах; эти водоемы образовались из талых вод ледника; они принимали в себя с одной стороны ледниковую муть, приносимую с ледникового покрова, а с другой тонкие продукты смыва с гор. Здесь же осаждались мелкозернистые продукты отмучивания ранее отложенных валунных суглинков.

Относительно всех вышеизложенных гипотез нужно сказать, что нигде современные озерные и водно-ледниковые (флювио-гляциальные) отложения не дают начала лёссу. Тем не менее водно-ледниковые и аллювиальные гипотезы в основе своей, как мы увидим, заключают большую долю истины.

¹ Впоследствии для лёсса окрестностей Парижа Агафонов стал признавать ветровое происхождение (см. Agafonoff et Malysheff, 1929). Между тем здешний лёсс (tergoon), без сомнения, не ветрового происхождения. Мощность его от нескольких сантиметров до 3 м. Подстилается галечниками, в которые постепенно переходит. Содержит включения мелких обломков мела, а также раковины меловых корненожек (р. 113). На террасах внизу постепенно переходит в слоистый аллювий (р. 136).

² В 1922 году Танфильев был склонен придавать известное значение и ветру: «весьма вероятно, — говорит он (стр. 114), — что главная масса южнорусского лёсса первоначально принесена талыми водами ледника, причем этот материал только переработан процессами почвообразования, а потом частью занесен на водоразделы ветром».

³ Признаться, я не поверил своим глазам, когда впервые прочитал это утверждение, исходящее от лица, ранее бывшего ревностным защитником ветровой гипотезы. Но оно повторено Крокосом в статье 1934 года трижды: в украинском тексте (стр. 22), затем в русском (стр. 26) и, наконец, в английском (р. 30). Прибавим еще, что лёсс Черниговского района всеми признается за типичный.

ВЕТРОВАЯ (ЭОЛОВАЯ) ТЕОРИЯ

В настоящее время наибольшим распространением на Западе и в Америке пользуется ветровая (эоловая) или пылевая гипотеза. Относительно европейского лёсса Граман (1932) пишет, что теперь вряд ли кем оспаривается эоловое происхождение лёсса. Действительно, можно назвать только отдельные имена западноевропейских геологов, поднимающих голос против ветровой гипотезы. Так, против нее возражают Вербек (1924) в отношении рейнского лёсса и Кельбле (1931) в отношении среднедунайского. А что касается Америки, то здесь, согласно Кийзу (1932), эоловая гипотеза «принимается всеми». Еще недавно она имела много сторонников и у нас, особенно на Украине в 1899—1930 годы (между тем в XIX веке украинский лёсс считался за водно-ледниковое отложение, к каковому взгляду склоняются многие украинские геологи и палеонтологи и теперь).

Согласно ветровой гипотезе, лёсс есть осадок, образовавшийся из принесенной ветром пыли.

Впервые эту идею высказал в 1857 году французский географ Virlet d'Aoust, путешествовавший по Мексике. Но подробно развил мысль о ветровом происхождении лёсса Рихтгофен (1877) после своих путешествий по Китаю и восточной Монголии.

Предварительно заметим, что лёсс в южном Китае не развит. Сплошное залегание лёсса наблюдается на юг лишь до бассейна р. Хуан-хэ (между Желтой и Голубой). Южнее, по Ян-цзы-цзяну лёсс встречается лишь местами, на горных склонах, где он, повидимому, делювиального происхождения. Лёсс широко распространен в долинах рек провинций Чжи-ли, Шань-си и Шэнь-си, частью на склонах прилежащих гор до высоты в 2 000 м, а особенно в бассейне Хуан-хэ, где он поднимается примерно до 200 м абсолютной высоты.

Первоначально (1877) Рихтгофен представлял себе процесс образования лёсса следующим образом. Продукты разрушения горных пород в пустыне сносятся ветром — в виде пыли — с гор в расположенные в пустыне же низины, где накапливаются в виде неслоистого лёсса на склонах и озерного слоистого лёсса на дне водоемов. Таким путем пылевые отложения постепенно нивелируют неровности рельефа пустыни. По представлениям Рихтгофена, почти вся Центральная Азия покрыта заполненными лёссом бессточными впадинами. Как видим, согласно сейчас изложенным воззрениям, лёсс откладывается в пустыне. Несостоятельность этой концепции была показана В. А. Обручевым: в центральной Азии впадин, заполненных лёссом, совершенно нет, за исключением южной окраины восточной Монголии, которую только и посетил Рихтгофен.

Впоследствии в 1886 году, Рихтгофен несколько изменил свою теорию. Ветер выносит из пустынь мелкие продукты выветривания и отлагает их в степях, где пыль задерживается травянистой растительностью (р. 446) и превращается в пористую неслоистую породу — эоловый или типичный лёсс.

Взгляд о пылевом происхождении лёсса Рихтгофен вынес из своих путешествий по Китаю, где он неоднократно имел случай наблюдать осадение пыли. Автор пылевой гипотезы предполагал, что китайский лёсс и поныне образуется путем отложения пыли, представляя современное отложение.

По мнению Рихтгофена, во время предыдущего, степного периода речные долины северного Китая были погребены под толщами пыли (лёсса). Реки иссякли, так как были засыпаны лёссом. Сторонник ветровой гипотезы, Шмиттгеннер вынужден признать, что так далеко дело не могло зайти:

нельзя думать, чтобы лёссовые области Китая когда-либо были «задушены» лёссовой пылью; реки все же находили себе путь к морю (1933, р. 212; см. также Hsieh, 1933, р. 197).

Следует иметь в виду, что в ледниковое время Куань-лунь в области верховьев Хуан-хэ подвергался оледенению, и таким образом в эту реку тогда должно было поступать значительное количество продуктов денудации. Кроме того, обильным источником мелкозема для Хуан-хэ, в эпоху отложения материнских пород лёсса, служили красные и красно-бурые глины. Вспомним, что и сейчас 1 куб. м воды этой реки в нижнем течении заключает до 5—6 кг взвешенных веществ (Köhler, 1929, р. 67).

Известное значение придавал Рихтгофен (1877) и смыву мелкозема дождевыми водами¹, и идея струевой (делювиальной) гипотезы, о которой будет сказано ниже, была не чужда ему². Но первостепенное значение в накоплении лёсса Рихтгофен приписывал, понятно, ветру, что особенно ясно из его изложения 1886 года.

Возражения против ветровой теории мы представим ниже.

К числу сторонников ветровой гипотезы из русских авторов принадлежат: Миддендорф (1882), И. Мушкетов (1886, стр. 489, 513, где, впрочем, признается и водное происхождение лёсса; 1903), С. Никитин (1886, 1895), Черский (1888, стр. 139; 1891, стр. 43), Н. А. Соколов (1889, 1896), В. Обручев (1894, 1895, 1911, 1929, 1932), Тутковский (1899), Сибирцев (1901, 1909, стр. 337—340), Кришгафович (1902), Глинка (1908, впоследствии примкнул к моей точке зрения), Набоких (1911, стр. 240; 1915), Танфильев (1912, впоследствии изменил свою точку зрения), Архангельский (1913, 1934, стр. 210), Ласкарев (1914), Богданович (1917), Красюк (1922), Кронос (1922, 1927 и др. работы, впоследствии изменил свой взгляд), Мирчинк (1925, 1929), Прасолов (1926, стр. 50), Православлев (1933, стр. 47), Дмитриев (1936, 1939) и другие.

Еще большим распространением пользуется ветровая гипотеза за границей, где, в сущности, она господствует почти безраздельно. Зауер (1889), Вальтер (1900), Пенк и Брикнер (1909, р. 674, 1160), Пенк (1938), Ваншаффе (1909), Ог (1911, р. 1765), Мухчек (1912), Зергель (1919), Вольфштедт (1929), могут быть названы среди ее сторонников.

АЛЛЮВИАЛЬНО-ВЕТРОВАЯ ТЕОРИЯ

Из большого числа других гипотез, предложенных для объяснения происхождения лёсса, мы остановимся только на делювиальной (см. ниже, стр. 171), а также на соображениях Уиллиса, посетившего многие из тех мест Китая, где побывал Рихтгофен.

Свои воззрения на происхождение китайского лёсса Willis (1907, I, р. 184—185) излагает следующим образом. В центральной и восточной Азии, в результате изменения климата, который в конце плейстоцена или начале плейстоцена из влажного сделался сухим, образовалась мощная кора выветривания. Лишенная растительности, она подвергалась действию ветра и случайных дождей, как это принимал Rumpelly (1879). Ветер и вода переносили и сортировали продукты выветривания—ветер работал преимущественно на обширных равнинах и в сухое время года, а вода в речных долинах и во влажное время года. От сортировки и многократного переноса обоими агентами этот материал превращался в тонкую пыль, или лёсс. И вода и ветер могли перемещать его в больших количествах. Вне пустынь лёсс переносился главным образом вдоль долин

¹ См., например, 1877, р. 100; ср. также русский перевод соответственных мест у Обручева, 1911, стр. 5.

² В. А. Обручев (1932, стр. 293, 299; 1933, стр. 118) и Р. Ильин (1935, стр. 80) даже называют теорию Рихтгофена «эолово-пролювиальной», «эолово-струевой». Среди наших сторонников ветровой гипотезы многие также придавали известное—впрочем второстепенное—значение и делювиальным процессам: укажем, например, на Н. А. Соколова, Никитина (1895), Обручева, Архангельского (1913, стр. 66, 78, 79), Крокоса (1927, стр. 204), Мирчинка (1933а, стр. 172) и других.

и откладывался в пойме и в озерах. Более легкие порции выдувались и откладывались на склонах гор. Процессы переноса и отложения лёсса продолжаются и по настоящее время. На северно-китайской низменности лёсс—это осадок Хуан-хэ; «от обычного речного ила это аллювиальное отложение отличается тем, что оно состоит главным образом из тонкого отсортированного ветром лёсса». Было бы, однако, ошибочно думать, говорит Уиллис, что лёсс низовьев Хуан-хэ принесен сюда (на северно-китайскую низменность) ветром—это осадок илистых речных вод. Но вместе с тем и деятельность ветра имеет большое значение в этой стране, погода лишенной растительного и снежного покрова. Ветер осенью и зимой развевает осадки, отложенные летом рекой Хуан-хэ, и частью переносит их в виде лёсса, а частью отсортировывает в пески. Летом же эти отложения снова переоткладываются рекой. На точке зрения Уиллиса стоят и почвоведы, относящие почвы низменностей в бассейне нижнего течения Хуан-хэ к типу аллювиальных (Shaw, 1932, р. 38)¹.

В изображении Уиллиса смешаны современные явления с процессами, совершившимися в геологическом прошлом. Описывая, как в настоящее время аллювиальные осадки Хуан-хэ переносятся по низменности ветрами, этот автор совершенно упускает из виду, что еще в историческое время, около 3 000 лет тому назад, вся северно-китайская низменность, включая и поймы рек, была покрыта лесом, и ветру тут практически нечего было делать. Далее, нам кажется сомнительным, чтобы в результате смены влажного климата на сухой могла образоваться в центральной Азии, не говоря уже о восточной, мощная кора выветривания, не покрытая растительностью и предоставленная на волю ветра: поверхность земной коры должна была покрываться растительностью и почвой и, понятно, не могла развеваться ветром. Кроме того, пыль на северно-китайской низменности есть, как мы подробно изложим ниже, продукт деятельности человека—результат вырубки лесов и распахивки здешних лёссовых почв.

Но в концепции Уиллиса нам ценно его утверждение, что 1) лёсс северно-китайской низменности есть аллювий Хуан-хэ, 2) что он откладывался на месте, а не был принесен ветром из центральной Азии. Также Andersson (1923, р. 126) держится мнения, что китайский лёсс частью местного происхождения: в его состав входит материал из переотложенных красных глин нижнеплистоценового, а частью более молодого возраста. Barbour (1927), рассматривающий лёсс Китая с точки зрения ветровой гипотезы, все же, как и Willis, признает, что значительная часть здешнего лёсса представляет «материал, образовавшийся на месте и пересортированный или слегка перемешанный ветром»; работа рек перемежалась с работой ветра (1930, р. 467). Но Barbour (1929, р. 73) возражает против предположений об аллювиальном происхождении всех типов китайского лёсса: лёсс на склонах гор (а в окрестностях Калгана он залегает на высоте около 1 500 м) не мог быть отложен реками; такого же мнения держится и Willis (1907, I, р. 189, 191—192) на счет лёсса склонов в провинции Шань-си. Но все указания на залегание лёсса на склонах относятся к делювиальному лёссу. О делювию геологи, работавшие в Китае после Рихтгофена (Willis, Andersson, Barbour и другие), к сожалению, не слыхали.

СТРУЕВАЯ (ДЕЛЮВИАЛЬНАЯ) ТЕОРИЯ

Делювию (от deluo—смываю) А. П. Павлов (1888) назвал отложенные на склонах и у подножия склонов продукты выветривания коренных пород, перенесенные дождевыми струйками. По мнению Павлова,

¹ Ср. также для Шань-си Mouer, 1932, р. 13.

восточно-европейский лёсс есть делювий. У германских геологов соответственное образование носит название Gehängelöss (лёсс склонов). Отложения, которые накапливаются «путем распространения по равнинам минерального материала, выносимого временно изливающимися из горных долин и растекающимися по равнине потоками», Павлов (1903) назвал пролювием. Он рассматривает туркестанский лёсс как пролювиальное отложение¹.

Необходимо отметить, что до 1887 года А. П. Павлов держался другого взгляда на происхождение занимающих нас пород. Исследуя в 1885 и 1886 годах Самарскую луку и окрестности Сызрани, А. П. Павлов (1887, стр. 49—52) наблюдал здесь лессовидные суглинки: 1) по склонам и долинам рек и по оврагам, прорезающим эти склоны, 2) на водоразделах, где эти суглинки выполняют небольшие местные понижения. Нередко, особенно в нижних горизонтах, в общей массе породы замечаются прослойки, более богатые песком и даже содержащие мелкие галечки. Террасовые лессовидные суглинки Павлов рассматривает как элювий речной глассы, или аллювия: наблюдается постепенный переход желтовато-бурого неслоистого суглинка в слоистые зеленовато-серые речные глины с прослойками песку и хряща. Эти данные А. П. Павлова, без сомнения, точны, и его соображения относительно генезиса лессовидных суглинков террас не вызывают возражений. Суглинкам на водораздельных площадях Павлов также склонен был приписывать элювиальное происхождение.

ПОЧВЕННАЯ (ЭЛЮВИАЛЬНАЯ) ТЕОРИЯ

Согласно развитой мною в 1916 году теории, лёсс и лессовидные породы могут образовываться на месте (in situ) из самых разнообразных мелкоземистых, богатых карбонатами пород в результате процессов выветривания и почвообразования в условиях сухого климата (см. также Берг, 1912, 1914, 1922, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1938). Ветровое («эоловое») происхождение лёсса я отрицаю.

К моей точке зрения примкнули: К. Д. Глинка (1927, стр. 577)², С. Неуструев (1925а, стр. 49; 1926, стр. 150), Красовский (1924, стр. 13—14; 1927, лёсс Подолии), В. Н. Сукачев (1937), И. П. Герасимов (1939), И. П. Герасимов и К. К. Марков (1939, стр. 238)³, Н. Н. Соколов (1930, стр. 48; 1932, стр. 39—40; 1935, стр. 14).

¹ К числу сторонников делювиальной гипотезы в той или иной форме могут быть отнесены Армашевский (1881, 1883, 1903), Лаппаран (1883), Докучаев (1886, стр. 53—54; впоследствии изменил свой взгляд, см. выше, стр. 167), Гуров (1888, стр. 880—881), Павлов (1888, 1898, 1903, 1910), Неуструев (1910, стр. 23; впоследствии примкнул к моей точке зрения), Димо (1907, стр. 29; 1910, стр. 30, 88), Захаров (1910), Р. Ильин (1930, 1935, 1936), Быстров (1936, стр. 76, для северного Кавказа и Средней Азии) и другие. Сторонники других взглядов обычно придают большее или меньшее значение также делювиальным процессам, например Герасимов и Марков, 1939, стр. 295—296.

² «По вопросу о происхождении лёсса хотелось бы подчеркнуть, что между моими взглядами и взглядами Берга нет противоречий. Оба мы отрицаем эоловое образование лёсса и стоим за его водное (флювио-гляциальное) происхождение. После доклада Берга на IV съезде почвоведов я полагаю, что он прав, считая, что отложения породы, из которой впоследствии получился лёсс, подвергались почвенным процессам» (Глинка). В посмертном издании «Почвоведения» (1931) это место редактором выпущено.

³ К указаниям Герасимова и Маркова (1939, стр. 238; 1939а, стр. 286) необходимо сделать одну поправку: Гансен (1922, р. 44) является сторонником ветровой теории происхождения лёсса, а не почвенной, о существовании которой ему ничего неизвестно. Равным образом Münichsdorfer в своей статье «Лёсс как почвенное образование» (1926, р. 323, 328) стоит на точке зрения ветровой гипотезы. Эоловый осадок был, по его мнению, преобразован почвообразовательными процессами в лёсс. Моя

Д. В. Соколов (1929, 1929а), Ф. П. Саваренский (1932, стр. 176), С. С. Соболев (1937б, стр. 558), А. А. Роде (1942, стр. 23) и другие, а из иностранных авторов австрийский геолог Kölbl (1931, р. 119), обстоятельно изучивший типичный лёсс на террасах среднего Дуная (у Кремса).

В дальнейшем мы даем обоснование наших взглядов.

ЛЁСС КАК ПРОДУКТ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

ЛЁСС И МАТЕРИНСКИЕ ПОРОДЫ ЛЁССА

В литературе постоянно встречаются указания на то, что надо, наконец, строго определить понятие лёсса: одни вкладывают в это понятие генетическое содержание, другие петрографическое, третьи стратиграфическое. Если, говорят, условиться насчет того, что такое лёсс и что такое лессовидные породы, то всякие споры исчезнут (см., например, Православлев, 1908, стр. 428; Жирмунский, 1925, стр. 344; Обручев, 1929, 1932, стр. 329).

Нередко приходится слышать и такое мнение: лёссов много, и объяснять происхождение их всех одной теорией это все равно, что приписывать один и тот же способ образования, например, всем песчанникам. Одни лёссы могли произойти эоловым путем, другие делювиальным, третьи аллювиальным, четвертые почвенным и так далее. Так Левинсон-Лессинг (1923, стр. 265) пишет: «Стремления подвести все лёссовые области, хотя бы только России, под один шаблон должны быть признаны ошибочными: лёсс—понятие родовое, как песок, глина; лёсс может быть различного происхождения; в каждом отдельном случае вопрос решается на основании совокупности всех петрографических и геологических особенностей лёсса; время универсальной гипотезы для всех лёссов должно считаться отжившим свой век; наконец, следует разграничивать настоящий типичный лёсс и лессовидные отложения». Эти слова Левинсон-Лессинг писал в 1916 году. Но вышедшая в том же году моя работа, где дается обоснование почвенной гипотезы, разрешает то противоречие, на которое обращает внимание покойный петрограф.

Что заставляет нас говорить о лессовидной морене, о лессовидном песке, о лессовидной глине? Особый лёссовый облик сейчас названных пород. В чем заключается этот облик? В породе начинают играть заметную роль частицы лёссового порядка, т. е. от 0,05 до 0,01 мм диаметром, порода приобретает пористость, более или менее палевый цвет, способность обваливаться вертикальными стенками, заключает в себе много карбонатов.

Мы видим таким образом, что многие богатые карбонатами породы могут приобретать лёссовый облик. Стало быть, следует различать происхождение породы (будем называть ее материнской породой лёсса) от происхождения лёссового облика ее (Берг, 1916, стр. 619). Происхождение материнской породы может быть самым разнообразным—аллювиальным, водно-ледниковым, ледниковым, делювиальным, морским и т. п. Лёссовый же облик порода приобретает, очевидно, каким-то одним способом. «Отделяя происхождение породы от процесса облессования...—говорит Неуструев (1925а, стр. 49),—мы можем допустить, что породы различного происхождения могут приобретать лессовидный характер. В самом деле, мы видим такое облессование песчанистых и суглинистых аллювиальных пород на

теория стала известной за границей по краткому реферату Mohr в: Intern. Mittell. f. Bodenkunde, X, 1920; затем по обстоятельному изложению, какое дали в 1929 году в Peterm. Mittell. (р. 7—9) Anger и Witschell (сторонники ветровой гипотезы), и, наконец, по моей статье в Gerland's Beiträge zur Geophysik, 1932.

средних и верхних террасах степных рек, как, например, Терек, Иртыш и другие).

Разница между лёссом и материнской породой такова же, что между горной породой и почвой: для того, чтобы породу превратить в почву, нужен почвообразовательный процесс; чтобы породу превратить в лёсс, нужен лессообразовательный процесс. Процесс этот, в частности допускающий вариации, в основе своей один: «облессование» действует всюду в принципе одинаково, и с этой точки зрения можно говорить об едином семействе лёссовых пород. То, что заставляет нас любую породу называть лессовидной или просто лёссом, это есть результат одной и той же причины. Никакой другой деятель, кроме процессов выветривания *in situ* и почвообразования, не в силах придать лессовидный облик такой породе, как моренный суглинок или моренная супесь. Почти невозможно представить себе, как иначе могла бы получиться лессовидная супесь.

Многие готовы признать возможность образования лессовидных суглинков путем выветривания и почвообразования. Но если лессовидные суглинки получились этим способом, то почему и типичный лёсс не мог образоваться благодаря тем же процессам? Ниже мы приведем достаточно примеров, показывающих, что лессовидные суглинки нечувствительно переходят в лёсс в горизонтальном направлении.

ОТНОШЕНИЕ ЛЁССА К ПОДСТИЛАЮЩИМ ПОРОДАМ

Для образования более или менее типичного лёсса нужны материнские породы более или менее однородного механического состава, каковы некоторые ледниковые и водно-ледниковые отложения, аллювий, делювий. Но при соответственных климатических условиях и при достаточном промежутке времени лессовидные породы образуются и из разных других пород.

Приведем пример образования лёсса из продуктов выветривания гранита. В Донецком бассейне, у станции Волновахи, на склоне р. М. Волновахи, под почвою обнажается типичный лёсс (Биленко, 1935, стр. 54)—суглинистый, пористый, карбонатный; но в нем встречаются мелкие кусочки кварца, полевого шпата и других минералов, которые книзу достигают размеров в 5—10 мм. Мощность лёсса (не считая почвы) 1,1 м. Внизу он языками заходит в нижележащую породу—сильно выветрелый гранит и гнейс. Никаких признаков делювиального происхождения в этом лёссе нет; равным образом он и не относится к типу переотложенных. «Перед нами порода, образованная на месте в результате выветривания гранитов и гнейсов» (Биленко).

Этот же автор описывает (стр. 54—55) у ст. Иловайской лессовидный суглинок мощностью 105 см, образовавшийся в результате выветривания глауконитового сланцеватого каменноугольного песчаника.

Лавренко (1930) наблюдал в Донецком крае, в Провальской степи (между станциями Дебальцево и Зверево) подобное же явление. Здешние маломощные черноземы развиты на продуктах выветривания каменноугольных сланцев и известняков. Эти продукты степного выветривания, мощностью в среднем (включая и почву) 60—80 см (и до 125 см), обладают лессовидным обликом: суглинистым механическим составом, бурым или палевым цветом, пористостью, столбчатой структурой.

По данным Д. Соколова (1929, стр. 191), в Запорожском округе можно наблюдать случаи перехода в лёссы и лессовидные породы таких несходных образований, как глинисто-хрящеватые продукты разрушения кристаллических пород, понтические известняки, красно-бурые глины и, наконец, речные террасовые пески.

Кора выветривания в Челябинском районе развита на плагиоклазовых гранитах. Начиная с 11—12 м глубины и выше, порода превращена в глиноподобную пористую массу светложелтого цвета. Порода эта легко растирается в порошок, содержит покрытые окислами железа зерна кварца, а также скопления карбонатов в виде журавчиков (Б. Федоров, 1935, стр. 62)—словом, в результате процессов вторичного выветривания, а также современного почвообразования, начинает приобретать лессовидный облик.

В южном Урале (бассейн реки Губерли и другие) продукты выветривания порфиритов (альбитофиров) представлены в верхних горизонтах красными лессовидными глинами (А. Белоусов, 1937).

Подобно этому чернозем, образующийся главным образом на лёссе, возникает, кроме того, и на валунном суглинке, и на песках, и на юрских мергелистых глинах, и на пермских мергелях, на известняках и, наконец, на лавах и на граните. Так точно серозем получает начало не только на лёссе, но и на «выходах третичных и меловых песчаников и конгломератов, а также и галечников новейшего происхождения» (Неуструев, 1910, стр. 198) и на гранитах и доломитах (в предгорьях Могол-тау; Кудрин и Розанов, 1939).

Относительно лёссов бассейна Зеравшана И. Преображенский (1914) приходит к выводу, что они представляют собой конечный продукт выветривания местных горных пород.

ЛЁСС И МОРЕНА

Микроскопическое исследование отмученных образцов полтавских валунных суглинков показало, что они состоят из той же микроскопической основы, что и лёссы: преобладают кварцевые зерна, затем полевошпат, белая калийная слюда, глауконитовые зерна и другие; вся эта масса окутана бурым или красно-бурым глинистым веществом с CaCO_3 , а иногда и без него. Кроме того попадаются более крупные частицы в виде зерен кварца, кусочков ортоклаза, гранита (Агафонов, 1894, стр. 152; Леникаш, 1934, стр. 135; Казаков, 1935, стр. 416). Петрографический характер лёсса, его минералогические составные части—те же, что и у валунных глин и у пресноводных суглинков (Агафонов, 1894, стр. 194).

Химические анализы морены и лёссовых ярусов севера Николаевской области (б. Александрийский округ) показали, что эти породы «неотличимы друг от друга» (Крокос, 1927, стр. 217). Вот анализы интересующих нас пород, взятых из двух мест этой области (Крокос, 1926, стр. 124—127; 1927, стр. 218—219) (см. ниже, стр. 176, Ивановка и Колонтаев).

Рассмотрение этих данных чрезвычайно поучительно. По химическому составу валунный суглинок в этих местах, близ южной границы оледенения, поразительно близок к лёссу, отличаясь, как и следовало ожидать, преимущественно лишь большим содержанием SiO_2 . Это обстоятельство можно объяснить только тем, что материнская порода была принесена водою, а не ветром, ибо ветер мог уносить только легкие, «пылеватые» частицы, которые, понятно, не могут обладать тем же химическим составом, что и основная масса морены. О том, что разные механические фракции лёсса имеют разный химический состав, можно судить по следующей таблице, где дан химический состав отдельных фракций трубчатого лёсса (его механический состав приведен выше, стр. 158) в процентах на бескарбонатную навеску (Морозов, 1932, стр. 253):

Пересчет на безгумусовую и бескарбонатную породу

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Сумма	Гумус	CO ₂	CaCO ₃
с. Ивановка, первый ярус лёсса, с глубины 108—162 см от поверхности почвы	74,9	42,1	3,8	0,1	1,7	1,7	2,6	1,2	98,2	0,05	5,9	42,1
с. Ивановка, валунный суглинок, с глубины 230—302 см от поверхности почвы	79,8	8,2	3,4	0,1	1,7	1,7	2,2	1,0	98,1	0,05	5,9	8,6
с. Ивановка, суглинок с редкими валунчиками, с глубины 302—333 см от поверхности почвы	83,9	9,3	3,4	0,1	1,7	1,7	2,1	1,0	103,3	0,05	6,1	42,1
Колонтаев, плато, второй ярус лёсса, с глубины 550—576 см от поверхности почвы	78,3	8,0	3,5	0,1	1,0	3,1	2,3	1,3	97,6	0,05	4,7	10,7
Колонтаев, плато, красно-бурый валунный суглинок, с глубины 576—741 см от поверхности почвы	83,4	6,6	3,6	0,1	0,7	1,2	2,8	0,9	99,3	0	3,4	7,8

Химический состав трубчевского лёсса

Фракции	SiO ₂	R ₂ Ca+ P ₂ O ₅	Fe ₂ C ₃	Al ₂ O ₃ + P ₂ O ₅	Сумма	Гигро- скоп. вода	В % сухой навески	
							CO ₂	CaCO ₃
Исходный материал	85,1	9,8	2,3	7,4	94,8	1,1	5,0	41,4
0,05—0,01 мм	88,3	6,8	2,3	4,4	95,0	0,2	3,5	7,9
1—0,54 μ	54,0	28,1	9,8	18,2	82,1	6,0	0,1	0,2
0,40—0,28 μ	48,5	28,5	10,0	18,5	77,0	6,1	3,4	7,7
меньше 0,22 μ	43,6	28,5	10,0	18,5	72,1	5,2	10,7	24,3

Как видим, самые мелкие частицы, диаметром 0,001 мм и ниже, заключают гораздо больше полутонких окислов и гораздо меньше кремнезема, чем более крупные частицы. Чрезвычайно различно также содержание карбонатов в разных фракциях¹. Очевидно, лёсс никак не мог произойти путем ветрового отмучивания морены, ибо химический состав лёсса и морены почти тождествен.

Приводя вышеупомянутые данные, мы не хотим сказать, что полтавский лёсс образовался из валунных суглинков или лёсс в бассейне Зеравшана из гранитов. Мы обращаем внимание лишь на то, что лёсс теоретически мог бы образоваться из этих пород. А в некоторых случаях мы привели примеры, показывающие, что действительно лёсс получился в результате выветривания подстилающих пород.

То обстоятельство, что украинские лёссы обнаруживают по химическому и минералогическому составу поразительную близость к валунным суглинкам, исключает возможность участия в образовании этих и южнорусских лёссов пыли, принесенной ветрами из «арало-каспийской низменности», как предполагает В. А. Обручев (1911, стр. 37; 1932, стр. 324).

СТЕПНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Замечательно, что даже в зоне почв умеренного увлажнения, т. е. в черноземной, наблюдается, что под черноземами грунты, какого бы они ни были петрографического состава, приобретают лессовидный облик,

¹ В прилукском лёссе фракция меньше 0,22 микрона содержит 40,8% карбонатов. Ср., однако, выше, стр. 161.

именно, более или менее резко выраженную мелкую пористость, богатство карбонатами, склонность раскалываться на вертикальные отдельности (Коссович, 1911, стр. 153). На это обстоятельство впервые обращено внимание Богословским (1899, стр. 250), указавшим, что там, где чернозем образуется на моренном суглинке на северной окраине черноземной полосы, суглинок этот в верхних горизонтах приобретает лессовидный характер, становясь пористым, сильно карбонатным, принимая желтоватый цвет; изменение идет до глубины 2,5—3 м от поверхности. В среднем Поволжье делювий третичных кремнистых глин и песчаников, там, где он составляет подпочву чернозема, принимает вполне лессовидный облик (Л. с., стр. 253—254). Вообще, говорит Богословский (стр. 257), грунты самого различного происхождения под влиянием степного выветривания в очень многих случаях (в зависимости от механического состава) приобретают лессовидный облик.

В том же духе высказываются Прасолов и Даценко (1906, стр. 62). Указывая на лессовидность «террасовых глин» среднего Поволжья, выражающуюся в содержании карбонатов и столбчатом строении, они говорят, что «подобные свойства может приобрести какая угодно глина, благодаря деятельности иллювиальных процессов и прониканию корней растений: в степи всякая подпочва, за исключением твердых каменистых пород — лессовидная глина».

Чрезвычайно любопытны наблюдения С. Неуструева (1925, стр. 6—7) над строением надпойменной или средней террасы Иртыша у Омска. Терраса эта, поднимающаяся над рекой на 6—10 м, сложена слоистыми аллювиальными, частью карбонатными песками. В верхних горизонтах пески становятся лессовидными: они теряют слоистость, приобретают вертикальную трещиноватость и большую карбонатность. Это «облессование» (по выражению Неуструева) есть продукт предыдущей климатической эпохи, более сухой чем современная: оно относится ко времени доисторических степей. Неуструев заключает об этом из следующего: «Облессованность» верхних горизонтов террасы можно наблюдать на 1 м от поверхности почвы; при этом нижние части лессовидного горизонта еще заметно слоисты, а верхние иногда переходят в красно-бурый уплотненный горизонт В деградированного чернозема. «Из этого следует, что деградация — явление, последующее облессованию и остепнению».

Возможно, что во всех вышеописанных случаях грунты приняли лессовидный облик не в современную, а в предыдущую более сухую (ксеротермическую) эпоху.

А. Н. Соколовский (1943, стр. 4, 7) понял вышеприведенные мои сообщения, высказанные еще в 1916 году, таким образом, будто, согласно моей теории, лёсс получается из чернозема. «Нет оснований, — говорит упомянутый автор, — к ревизии обычных представлений о соотношении между почвой и материнской породой (в данном случае — лёссом) в целом: лёсс имел свойственный ему габитус еще до начала формирования на нем чернозема».

Излишне распространяться, что такое понимание моей теории совершенно неправильно. Как известно, чернозем моложе лёсса, и поэтому лёсс никак не мог образоваться из чернозема. Общеизвестно, что чернозем обычно образуется из лёсса.

Примерами, приведенными в настоящем разделе, я хотел показать, что в условиях засушливого климата (современного или климата ксеротермической эпохи) грунты могут приобретать лессовидный облик. В связи со сказанным приведем следующее наблюдение А. Н. Соколовского (1943, стр. 10): если обрабатывать красно-бурую валунную глину извест-

ковой водой, то глина по окраске и сложению (пористости) приобретает лессовидный облик. Очевидно, то же может происходить и в природе: под влиянием проникающих сверху, из нижних горизонтов чернозема, карбонатных растворов или вообще под воздействием почвенных и грунтовых вод, богатых карбонатами, морена, особенно, если она сама карбонатна, может в засушливом климате приобрести лессовидный облик, что и описал Богословский и что я неоднократно наблюдал в Черниговской области. Таким путем, без всякого участия ветровых агентов, происходит «облессование» пород. Нет нужды поэтому прибегать к ветровой гипотезе.

НЕСЛОИСТОСТЬ ЛЁССА

Из характерных для лёсса признаков прежде всего бросается в глаза его неслоистость, которая, казалось бы, не позволяет отнести материнскую породу лёсса к водным осадкам. Однако существуют двоякого рода неслоистые породы:

а) Неслоистые при самом отложении, каковы, например, изверженные породы (лавы, пепел); материалы, извергаемые грязевыми сопками; ледниковые отложения (валунный суглинок); делювиальные отложения; продукты выветривания; органогенные отложения (коралловые известняки, каменный уголь). Впрочем, известного рода слоистость может наблюдаться и во всех перечисленных отложениях.

б) Бывшие первоначально слоистыми, но затем ставшие неслоистыми вследствие тех или иных причин, каковы, например, процессы метаморфизма, выветривания, почвообразования.

Мы имеем таким образом в процессах выветривания и почвообразования факторы, которые с легкостью могут превратить слоистую породу в неслоистую¹.

В тех случаях, когда материнская порода лёсса была с самого начала слоиста, превращение ее в неслоистую, очевидно, связано с своеобразными процессами выветривания в сухом климате: отдельные минеральные зерна склеиваются карбонатами кальция и магния в более крупные агрегаты, что влечет за собой нарушение первичной слоистости.

Затем согласно данным Кельбля (1931, стр. 113), если приготовить шлиф из среднедунайского лёсса, можно, при рассматривании в микроскоп, убедиться, что большое количество листочков слюды расположено не в беспорядке, а горизонтально, что говорит в пользу отложения из воды (но, понятно, вследствие склеивания карбонатами некоторые листочки были вторично выведены из горизонтального положения).

Необходимо отметить далее, что типичные лёссы, на первый взгляд неслоистые, при ближайшем исследовании нередко оказываются обладающими известного рода слоистостью, плитчатостью, раскалываясь в горизонтальном направлении на ограниченные параллельными плоскостями плитки. Это мне неоднократно приходилось наблюдать в Черниговской области, где плитчатость лёсса иногда была точно такая же, что и у заведомо водного аллювиального осадка—послетретичных пресноводных мергелей². Я говорю здесь о типичном лёссе, а не о явственно, уже на пер-

¹ Мы не хотим этим сказать, чтобы в процессе почвообразования не могла вторично образоваться слоистость. Известного рода слоистость можно наблюдать, например, в верхних горизонтах подзолистых почв, сероземов, солонцов и солодей (см. Берг, 1945, стр. 472, 475).

² Такою же плитчатостью обладает рейнский лёсс (Werweke, 1924, p. 11) и среднедунайский (Kölbl, 1931, p. 109).

вый взгляд, слоистом. Равным образом Бондарчук (1938, стр. 45) о текстуре украинского лёсса говорит: «скрытослоистая; плоскости напластования неровные, мощности прослоев 1—1,5 см, чаще меньше».

С другой стороны, в Черниговской области мне приходилось видеть послетретичные пресноводные мергели, в которых не было никакой слоистости. По этому поводу напомним, что Ваншаффе (1886, p. 363) наблюдал на Эльбе, близ Магдебурга, древнеаллювиальные отложения этой реки, мощностью 2—3 м, совершенно лишенные слоистости.

Докучаев (1892а, изд. 1936 г., стр. 33—34), излагая свой взгляд на водно-ледниковое происхождение украинского лёсса, сообщает: «Поучительно, что на наших речных поймах, одетых травянистой растительностью, осаждаются иногда совершенно неслоистый ил, или он позднее окончательно теряет слоистое свое сложение. Такие образцы имеются в коллекции Петербургского университета и оказываются весьма и весьма пористыми». Пименова (1933) описывает у с. Сорокопень неслоистые озерные отложения мощностью до 8 м.

Перед устьями Волги на зиморье отлагаются, по данным Батурина (1941, стр. 138), неслоистые однородные суглинистые осадки.

Террасовые отложения мелких речек среднего Поволжья, согласно Архангельскому (1928, стр. 127—128), состоят преимущественно из желтоватых и желто-бурых суглинков. «Верхние горизонты суглинков иногда на взгляд бывают вовсе лишены слоистости, но нередко обнаруживают при этом своеобразную спайность, состоящую в том, что порода значительно легче раскалывается в горизонтальном направлении, нежели в вертикальном, причем горизонтальные изломы отличаются более ровной поверхностью, нежели изломы иного направления. В ряде случаев неслоистые на первый взгляд суглинки при более внимательном изучении обнаруживают очень сложное строение. Одни участки их оказываются действительно лишенными всякой слоистости, другие же, наоборот, тонкослоеваты или даже обнаруживают листоватое сложение. Характерным признаком огромного большинства суглинков является присутствие тонких канальцев, часто выложенных известковыми корочками и иногда насквозь пронизывающих всю массу породы. Во всех почти случаях суглинки бывают известковисты». Террасовые суглинки есть, по Архангельскому (стр. 128), аллювиальные осадки, отложившиеся в климатических условиях, весьма близких к современным. Из этого описания мы видим, 1) что террасовые, заведомо аллювиальные отложения могут быть или совсем неслоисты, или неясно слоисты—точно в таком же роде, как и типичные лёссы, 2) что карбонатные аллювиальные суглинки в сухом климате могут принимать лессовидный облик.

Но, помимо вышесказанного, детальное изучение лёссовых толщ всегда обнаруживает их неоднородность: единая, на первый взгляд, толща распадается на ряд хорошо очерченных горизонтов, каждый из которых есть результат процессов почвообразования и выветривания. Толща лёсса, мощностью в 19,6 м, у Полтавы на плато, расчленяется на дв а д ц а т ь о д и н горизонт (считая с тремя почвенными); наибольшая мощность отдельного горизонта не превосходит 3,3 м; вся толща лёсса пересечена 4 горизонтами ископаемых почв (Крокос, 1935, стр. 4—5). Толща лессовидных пород (или, по терминологии Замория, лёссов) мощностью в 16,8 м на водораздельном плато, примыкающем к р. Осколу, расчленяется на д е в я т ь о д н а д ц а т ь горизонтов, считая с двумя почвенными (Заморий, 1935, стр. 51—52), а на плато у Меловатки (между Кушнянском и Старобельском), абсолютная высота которого 198 м, в лёссе, имеющем мощность

21 м, можно различить в с е м н а д ц а т ь горизонтов, считая с одним почвенным (там же, стр. 47—48).

Лёссы ташкентского района (бассейн р. Чирчика), по данным Толстихина (1929, стр. 258), местами совершенно однородны, но по большей части обнаруживают явную или скрытую слоистость, переходя «без всяких следов закономерности из тонко-слоистых в неслоистые разности». Нередко толща лёсса разделена прослоем грубых слоистых песков с линзами гравия и мелкой галькой.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЛЁССАХ

Своеобразный механический состав—преобладание зерен диаметром от 0,01 до 0,05 мм—и текстура лёсса (пористость, отсутствие слоистости, рыхлость, а равно способность обваливаться вертикальными стенками) есть результат своеобразных процессов выветривания и почвообразования, господствующих в сухом климате.

Каковы же именно те физико-химические процессы, которые придают лёссу его суглинистый характер?

По данным Гедройца (1912, стр. 336; 1924, стр. 43; 1925, стр. 5—7), почвы, поглощающий комплекс¹ которых насыщен кальцием,—а большим содержанием поглощенного кальция именно и отличаются почвы зон степей и пустынь—с водою дают системы грубо дисперсные: даже самые глинистые разности таких почв почти вовсе не содержат или содержат очень мало частиц коллоидных размеров, т. е. диаметром около 0,25 микрона и ниже. Еще более грубые почвы получают, если из «цеолитной» и гуматной частей вытеснить весь кальций (и магний) и заменить его трехзначным катионом (например, алюминием или железом). Напротив, если «цеолитный» и гуматный кальций заменить однозначными катионами (калия, аммония, натрия, водорода), то механический состав делается более тонким, агрегаты илистой фракции распадаются в воде, распыляются и дают частицы коллоидных размеров. Таким образом, говорит Гедройц (1924, стр. 44), в почвах, насыщенных основаниями, и именно кальцием и магнием, большая или меньшая часть частичек илистой фракции представляет собой агрегаты более мелких частичек (вторичные частички), неспособные распыляться в водной среде. Катионы двухзначные, а тем более трехзначные, обладают большей способностью свертывать почвенные коллоиды, чем катионы однозначные (гидроксильный ион, напротив, препятствует свертыванию).

Итак, в почвах, насыщенных кальцием и магнием, коллоиды собраны в более крупные и сравнительно прочные агрегаты, которые противостоят как разлагающему, так и растворяющему действию почвенных вод. Частицы агрегатов этого калибра обладают меньшей клеящей способ-

¹ Поглощающий комплекс есть термин, введенный Гедройцем для совокупности цеолитной и гуматной частей почвы (см. 1933, стр. 111). Цеолитной частью Гедройц (1923, стр. 125) называл ту минеральную часть почвы, которая обладает хорошо выраженной способностью к химическому обмену. В настоящее время, однако, пришли к выводу, что в почвенном поглощающем комплексе ни цеолитов, ни их аналогов—пермутитов—нет. Рентгенографический анализ показал, что почвенный поглощающий комплекс в основном состоит из ряда особых алюмосиликатных минералов, каковы монтмориллонит: $(Ca, Mg) O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot xH_2O$, бейделлит: $Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot xH_2O$ и другие, или «педолитов», находящихся в коллоидном состоянии. По своему составу минералы коллоидов почв являются органическими (гумус), неорганическими и органо-минеральными (Седлецкий, 1939).

ностью. Поэтому получаются почвы рыхлые, легко пропускающие воду (Гедройц, 1924; 1926, стр. 122, 126; 1933, стр. 147).

Мы, таким образом, подошли к объяснению рыхлости лёсса: это следствие богатства лёсса кальцием и магнием.

Большое содержание кальция объясняется сухостью климата.

Во всех типичных лёссах встречаются журавчики углекислого кальция, что говорит о диагенетических преобразованиях, какие испытала материнская порода лёсса после своего отложения. Kölbl (1931, p. 110) указывает на то, что диагенетический процесс в лёссе выразился главным образом в образовании карбонатной корки вокруг минеральных зерен и в спаивании (склеивании) отдельных зерен в более крупные агрегаты при посредстве того же карбоната кальция. Вместе с тем Kölbl присоединяется к моему мнению, что вышеописанный процесс мог происходить лишь в сухом климате.

Весьма важны для интересующего нас вопроса работы почвовед Ганссена (Ganssen, 1922). Этот автор устанавливает, что «в аридном» и «семиаридном» климатах, т. е. в пустынях, полупустынях и сухих степях теплой и умеренных зон, выветривание алюмосиликатов дает с у г л и н к и, тогда как во влажных климатах умеренных стран—г л и н ы (что явствует и из вышеприведенных данных Гедройца).

При выветривании алюмосиликатов в с у х о м климате (степном, пустынном) выноса солей почти не происходит, и почвообразование идет в щелочной среде, под воздействием щелочных и щелочно-земельных растворов, отчего почва делается рыхлой, рассыпчатой, суглинистой. К тому же карбонат кальция, склеивая глинистые частицы, увеличивает диаметр зерен и тем способствует превращению глин в суглинки. Этим же объясняется пористость степных и пустынных почв.

На указанных свойствах кальция основано хорошо известное в сельском хозяйстве удобрение почвы посредством внесения в нее извести: она обеспечивает почве зернистую структуру, пористость, водопроницаемость.

Из данных Гедройца и Ганссена явствует, что в сухом климате происходит у к р у п н е н и е частиц. Лёсс может образоваться из материала более мелкоземистого, чем тот, из которого он состоит. Коллоидные частички не только слипаются друг с другом, но могут склеивать и частички более крупных фракций, являясь в этом случае цементом, говорит Гедройц (1926, стр. 124). Ганссен (1922, стр. 41) произвел следующий замечательный опыт. Образец каолина был подвергнут действию раствора щелочных силикатов. К концу опыта оказалось, что почти половина каолина, который неразложим соляной кислотой, превратилась в разложимые соляной кислотой «цеолитные»¹ силикаты. При этом механический состав претерпел такие характерные изменения:

Частиц диаметром	До опыта	После опыта
меньше 0,01 мм . . .	93,5%	45,3%
от 0,01 до 0,05 . . .	3,3	43,2
свыше 0,05	3,3	11,6

Как видим, после воздействия щелочных силикатов диаметр частиц увеличился, и механический состав приблизился к составу лёсса. Аналогичный процесс должен был происходить и в материнской породе лёсса под воздействием поглощенных кальция и магния, а также карбонатов

¹ Т. е. обладающие способностью обменивать свои основания на другие основания.

тех же металлов. «Процесс образования лёсса, — говорит Ганссен, — состоит почти в полной гидратации мелкозернистых богатых кремнеземом алюмосиликатов и в обволакивании частиц почвы карбонатом кальция, при котором процесс частицы диаметром менее 0,01 мм превращаются в частицы диаметром 0,01—0,05 мм». Напротив, при выветривании алюмосиликатов во влажном климате, количество физической глины увеличивается, т. е. число частиц меньше 0,01 мм делается больше.

Гедройц (1933, стр. 150) произвел такой опыт. Кубанский чернозем (горизонт 80—100 см), т. е. почва, содержащая в поглощающем комплексе почти исключительно поглощенный кальций, подвергался механическому анализу по методу Вильямса. Затем образец той же почвы полностью насыщался натрием с последующим удалением хлоридов и подвергался механическому анализу. Вот результаты анализов:

	0,25— —0,01	0,01— —0,005	0,005— —0,001	<0,001 мм
Чернозем	15,2	26,3	15,8	39,9%
Та же почва, насыщенная натрием	13,0	19,2	5,6	59,8

Как видим, при насыщении почвы натрием число частиц крупнее 0,001 мм уменьшилось, число же частиц илстой фракции (меньше 0,001 мм) заметно увеличилось.

Герасимов и Марков (1939, стр. 242, 244) сделали подобный опыт над образцами лессовидных суглинков и лёссов. В результате насыщения поглощающего комплекса этих пород натрием количество частиц диаметром 0,05—0,01 и 0,01—0,001 мм уменьшалось, но зато увеличивалось число частиц диаметром менее 0,001 мм. Уменьшению подверглись главным образом частицы диаметром около 0,01 мм.

Если исследовать количество карбонатов, заключающееся в отдельных механических фракциях типичного лёсса, то мы убедимся, что максимум карбонатов сосредоточен во фракциях 0,05—0,01 и 0,01—0,005. Вот (в первой строке) абсолютное содержание карбонатов (CaCO_3) в граммах в отдельных механических фракциях, выделенных из 100 г сухого трубчатого лёсса по способу Гедройца (механический состав по способу Гедройца приведен во второй строке, а в третьей дано процентное содержание CaCO_3 в отдельных механических фракциях; Морозов, 1932, стр. 246):

	1—0,25 мм	0,25— 0,05 мм	0,05— 0,01 мм	10—5 μ	5—1 μ	1—0,5 μ	0,5— 0,40 μ	0,40— 0,28 μ	0,28— 0,22 μ	<0,22 μ
1	— ¹	0,24	5,30	2,39	0,50	0,01	0,04	0,06	0,25	0,29 г
2	0,23	9,38	67,47	11,98	2,01	4,12	0,78	0,84	1,57	1,21%
3	— ¹	2,51	7,86	19,96	25,00	0,23	5,00	7,68	16,00	24,27%

В общем из всего количества карбонатов, заключающихся в трубчатом лёссе, на фракции 0,05—0,01 и 0,01—0,005 мм в диаметре приходится 84,7% (в метиславльском лёссе 87,6% и в прилукомском 70%). Между тем в пензенской покровной глине абсолютный максимум карбона-

¹ Не определялось.

тов приходится на более мелкие фракции: 0,01—0,005 и 0,005—0,001 мм, именно 70,3% от общего количества карбонатов в породе (Морозов, 1932, стр. 247).

В опровержение выше развитых соображений нередко указывают¹, что преобладающей составной частью лёссов является кварц, SiO_2 , который в лёссах не имеет формы агрегатов; равным образом, не кварцевая часть лёссового материала (физическая глина) не сцементирована какими-либо веществами. Но авторы, говорящие это, обычно рассматривали лёссовый материал, подвергнутый обработке на предмет механического анализа, т. е. испытавший воздействие хлористого натрия, длительного взбалтывания с водой, обработки соляной кислотой. Так, по словам Морозова (1932, стр. 247), «микроскопическое исследование отдельных механических фракций (лёссов) от 1 до 0,001 мм в диаметре включительно показало отсутствие цементации этих частиц какими-либо веществами». Но если мы обратимся к описанию методики, примененной Морозовым (1931, стр. 55), то здесь относительно тех же самых пород сообщается, что «микроскопическое исследование отдельных фракций от 1 до 0,005 мм, в деленных по способу Гедройца (разрядка наша), показало, что они в массе своей состоят из индивидуальных, бесцветных кварцевых зерен, не покрытых цементом». Метод же Гедройца заключается в том, что проба лёсса помещалась в бутылку с раствором хлористого натрия, взбалтывалась в течение суток, затем многократно промывалась раствором хлористого натрия до полного замещения всех поглощенных оснований натрием, далее помещалась в диализаторы на два месяца, потом взбалтывалась в воде с аммиаком и так далее. Ожидать при этом, что под микроскопом мы получим частицы нормальной лёссовой породы, не приходится. Но вот, когда тульский лессовидный суглинок и пензенская покровная глина обрабатывались более простым методом Сабанина, тут среди частиц от 1 до 0,01 мм «оказалось уже некоторое количество кварцевых зерен, окрашенных и покрытых цементом» (Морозов, 1931, стр. 55).

О том, как изменяется реальный механический состав породы в зависимости от способов применяемого механического анализа, можно судить по следующим опытам, произведенным Ф. П. Саваренским (1931, стр. 57—67). Были взяты шесть образцов грунтов Муганской степи, и каждый анализировался, причем фракции от 0,05 мм и ниже определялись из суспензии методом Робинсона. Каждый образец исследовался тремя способами: 1) навеска растиралась резиновым пестиком при смачивании, встряхивалась в бутылке и подвергалась анализу, 2) навеска обрабатывалась водой до удаления хлористых солей, 3) навеска подвергалась обработке соляной кислотой (0,2 N) для разрушения карбонатов, а затем промывалась на фильтре раствором хлористого натрия или соляной кислотой (0,05 N) для разрушения сульфатов; далее породу переносили в бутылку, где находилось 50 куб. см 10% NH_4OH , а затем подвергали анализу. Приведем обобщенные результаты анализа одного из образцов (Джафархан, с глубины 160—180 см) (см. стр. 184).

Укрупнение мелкозема лёсса под влиянием карбоната кальция (и магния) идет двояким путем. Во-первых, посредством склеивания друг с другом мельчайших частиц минералов. Во-вторых, путем образования вокруг минеральных зерен тончайшей оболочки или пленки из углекислого кальция.

В пояснение первого способа сошлемся на весьма ценные наблюдения Б. В. Горбунова (1942, стр. 59—63) над микроагрегатным составом лёс-

¹ См., например, Денисов, 1944, стр. 19.

мм	1 способ	2 способ	3 способ
0, 25—0,05	14,9	10,3	0,0%
0, 05—0,01	69,4	23,3	7,1
0, 01—0,001	14,0	64,7	37,8
0,001—0,0002	0,0	0,2	35,7
Соли, вымытой при обработке	0,0	4,4	19,4
Соли в суспензии	1,8	0,3	0,0

сов Зааминского района Самаркандской области. Исследовался механический состав лёсса с глубины 100—110 см под целинным светлым сероземом. Применены два метода: во-первых, по Робинсону без химической подготовки образца и, во-вторых, по Робинсону с обработкой образца щавелевокислым натрием без предварительного разрушения карбонатов пород. При этом получены следующие результаты (стр. 61, 23):

Вес фракций (мм) в процентах

>0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001 мм
Анализ без химической подготовки образца						
0,23	0,46	15,8	78,0	5,4	0,04	0,07%
Анализ с обработкой образца щавелевокислым натрием						
0,10	0,34	10,1	59,0	11,6	6,2	12,6%

Таблица показывает, что в лёссах собраны в агрегаты частицы менее 0,005 мм диаметром, причем главная масса агрегатов имеет размеры 0,1—0,01 мм. Агрегаты этого последнего размера составляют около 25% от веса породы. Что касается до более мелких фракций, то из частиц менее 0,005 мм диаметром 99,41% собраны в агрегаты, а из частиц менее 0,001 мм 99,45%. Понятно, что в процессе почвообразования происходит разрушение агрегатов (деагрегация): в здешних сероземах вес агрегатов во фракции менее 0,005 мм составляет только 15—30% от веса всей этой фракции.

Образование агрегатов в лёссах Б. В. Горбунов, вместе с Гедройцем, приписывает поглощенным двухвалентным катионам—кальцию и магнию. Таким образом, коллоидная часть лёссов, под влиянием карбонатов кальция и магния, подвергается укрупнению.

Описывая лёсы у Брянска и Трубчевска, Казаков (1935, стр. 414) фракции 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм характеризует следующим образом: основная масса прозрачный, бесцветный кварц, реже с налетом окислов железа; зерна угловатые, реже слабо окатанные. Те же фракции в верхнем горизонте лёсса близ Полтавы: преобладает кварц, прозрачный, бесцветный, реже с налетами окислов железа и углекислого кальция; зерна угловатые и в меньшем количестве слабо окатанные (там же, стр. 416). Характер и состояние зерен у лёсса, взятого

в 20 км к северу от Днепронетровска, такие же (стр. 417). Про лёсс близ Днепронетровска Крокос (1932, стр. 146) сообщает, что в нем нередки частицы кварца диаметром 0,015—0,03 мм окружены корочкой углекислого кальция. То же справедливо и для рейнского лёсса (Werveke, 1924, р. 31), лёсса Саксонии (Scheidig, 1934, р. 75; также Woldstedt, 1929, р. 112), лёсса с террас Дуная у Кремса (Kölbl, 1931, р. 107). У лёссов в районах Минска и Орши (Казаков называет их лессовидными породами) во фракциях 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм преобладают угловатые и слабо окатанные зерна прозрачного бесцветного кварца, редко с налетом окислов железа и углекислого кальция (Казаков, стр. 410). В лессовидной породе к северу от Таганрога во фракциях 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм часто встречаются корочки бурого железняка, облекающие зерна (Казаков, стр. 423). Эти корочки при механическом анализе легко спадают с зерен.

Что касается фракции ниже 0,01 мм, то она ни одним из вышеупомянутых авторов ближе не анализировалась, но, по данным Герасимова и Маркова (1939, стр. 241), она может в лёссах состоять из частиц агрегатного строения.

В лессовидных породах Голодной степи (Узбекистан) во фракции меньше 0,01 мм «количество первичного кальцита ничтожное, вторичного же, покрывающего в виде прочной корочки зерна других минералов, содержится очень много». Во фракции крупнее 0,01 мм углекислый кальций вторичного происхождения покрывает в виде корочки зерна полевых шпатов и других минералов (Розанов и Шукевич, 1943, стр. 40).

Кремнезем есть весьма устойчивое соединение (хотя и менее устойчивое, чем принято думать); поэтому считают, что имеющиеся в лёссе зерна кремнезема переданы ему в наследство в неприкосновенности от какой-то другой породы, из которой он произошел. Это не совсем справедливо. При выветривании пород часть кремнезема образуется заново из силикатов и алюмосиликатов (Полынов, 1934, стр. 86 сл., 91). При разрушении силикатов в почвах обычно образуется коллоид состава $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; подвергаясь кристаллизации, этот гель через некоторое время превращается в кварц (Седлецкий, 1938, стр. 829). Эти же процессы, понятно, происходят и в лессовидных породах и лёссах. Таким образом, в отличие от свободного кремнезема (кварцевого песка), кремнезем силикатов и алюмосиликатов принимает самое активное участие в процессах выветривания; он изменяет степень своей дисперсности; он может под влиянием карбонатов кальция и магния подвергаться коагуляции (свертыванию). Освобожденные при процессах выветривания силикатов и алюмосиликатов частицы кремнезема, укрупняясь в присутствии щелочных земель, могут постепенно обогащать фракцию 0,01—0,05 мм. Замечательно, что кальциевые силикаты находятся преимущественно в крупных фракциях. Между тем алюмосиликаты сосредоточены с одной стороны во фракциях ниже 0,05, а с другой—выше 0,05 мм (Гедройц, 1933, стр. 118). Если проследить содержание кварца в черниговских лёссах по данным микроскопического анализа, то увидим постепенное увеличение количества кварца от фракции 0,02—0,002 мм к фракции 0,02—0,25 мм. В этом явлении, по мнению Пономарева и Седлецкого (1940, стр. 302), известную роль играет укрупнение коллоидного кварца—постепенный переход кварца из мелких фракций в более крупные.

Частицы кварца могут увеличиваться в размерах путем отложения кварца на гранях, причем оптическая ориентировка нарастающего вторичного кварца тождественна с оптической ориентировкой кварца, образу-

щего ядро, и новая кварцевая частица получает кристаллографическое очертание (Твенхофел, 1936, стр. 212).

Но нередко кремнезем отлагается на кварцевых зернах в виде аморфных образований: иногда в лёссах и лессовидных породах встречаются кварцевые зерна с натежными формами на поверхности (Казаков, 1935, стр. 399, 415).

Но кроме того, в почве имеются коллоидные растворы глинозема и окиси железа. Эти вещества, встречаясь между собой и с электролитными продуктами выветривания, взаимно коагулируют. Кроме того эти осадки поглощают из раствора катионы электролитов и прежде всего кальция (Гедройц, 1924, стр. 13).

Гедройц (1923, стр. 121) обращает внимание на то, что, начиная примерно с величины в 0,1 микрона (верхняя граница коллоидной фракции), частицы обладают таким сильно выраженным молекулярным притяжением, что при встрече между собой они соединяются друг с другом в прочные агрегаты. Чем выше степень дисперсности коллоидных частиц, тем выше их клеящая способность. Но чтобы получающиеся агрегаты обладали устойчивостью, необходимо, чтобы коллоидная фракция была насыщена катионами железа или алюминия или кальция или магния. В лёссах как раз много кальция, и здесь коллоидные частицы собраны в более крупные и прочные агрегаты.

Помимо того следует иметь в виду, что: 1) фракция 0,05—0,01 мм состоит в лёссах не только из кварца и карбонатов, но также и из силикатов и алюмосиликатов; 2) в некоторых типичных лёссах на долю этой фракции приходится лишь половина или даже меньше половины всей массы породы; 3) во фракции от 0,001 мм и ниже преобладают силикаты и алюмосиликаты. Поэтому утверждение Н. Я. Денисова (1944, стр. 19), что «частицы размером 0,25—0,05 мм не являются агрегатными», требует значительных поправок.

Итак, в карбонатных мелкоземистых породах, при условии выветривания в сухом климате, происходит укрупнение частиц, ведущее к обогащению породы фракцией 0,01—0,05 мм.

По мнению Н. Я. Денисова (1944, стр. 17), «учение Гедройца имеет к лёссам не большее отношение, чем к грунтам глинистым, которые, однако, в лёссы не превращаются». С этим утверждением Денисова невозможно согласиться. Безо всякого сомнения, если в глине присутствует карбонат кальция, то в засушливом климате (где, стало быть, карбонаты не вымываются) в глине будет происходить укрупнение мелкозема и глина может стать лессовидной. Примеров таких лессовидных глин можно привести сколько угодно. Сошлемся на приведенные нами на стр. 158—159 данные о механическом составе лёссовых пород: есть лёссы, содержащие свыше 80% частиц менее 0,01 мм. Но, как мне неоднократно приходилось указывать, в типичные лёссы превращаются породы соответственного механического состава, т. е. суглинки, а не глины и не пески. Из глин же и песков получаются лессовидные породы.

Далее Н. Я. Денисов считает, что и опыты Ганссена тоже к процессу лессообразования отношения не имеют вопреки мнению самого Ганссена, Неуструева, моего и других. Обработка каолина «раствором щелочных силикатов никак не может отождествляться с воздействием водных растворов с двухвалентными катионами» (1944, стр. 16). Однако в лёссах есть с одной стороны карбонаты кальция и магния, а с другой—и щелочные силикаты (см., например, Розанов и Шукевич, 1943, стр. 39, 40). Как известно, слюды легко обменивают часть своего калия на другие катионы. Валовое содержание окиси калия в лёссах под неорошенными сероземами состав-

ляет 1,5—2% (в процентах на безгумусное и бескарбонатное вещество; Б. Горбунов, 1942, стр. 45). Надо еще принять во внимание возможную роль микроорганизмов, о чем будет сказано ниже. Таким образом, в лёссах вполне возможно взаимодействие каолинита (или монмориллонита или бейделлита) с щелочными силикатами, т. е. реакция Ганссена. А реакция эта ведет к укрупнению частиц.

Указывая, что есть много суглинков и глин, обогащенных гипсом и карбонатом кальция и тем не менее не превращенных в лёсс, Н. Я. Денисов, в опровержение почвенной теории, говорит (стр. 16): «Видно одного лишь выветривания и насыщения породы кальцием для превращения ее в лёсс недостаточно». Совершенно верно, одного выветривания карбонатной породы недостаточно: необходимо, 1) чтобы выветривание происходило в сухом климате и 2) чтобы имел место почвообразовательный процесс, т. е. участие микроорганизмов, о чем см. ниже.

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

Почвообразовательный процесс в лёссах, поскольку он происходил в засушливом или даже пустынном климате, не мог отличаться большой интенсивностью. Как известно, в сероземах—а сероземы это типичные почвы пустыни—расчленение на горизонты так слабо выражено, что здесь затруднительно бывает отличить почву от подпочвы. До Неуструева (1909) туркестанские сероземы вообще считались почвоведом просто за лёсс—так перекосом развиты в этих почвах почвообразовательные процессы. И все же сероземы—это настоящие зональные почвы.

Мало того, наши почвоведы даже голые пески Средней Азии считают за почвы. Л. И. Прасолов (1926, стр. 34) про пески Средней Азии пишет: «Как почвы, различного рода пески мало изучены, хотя представляют интересную своеобразную среду для развития почвообразующих процессов и для жизни растений. В этом отношении даже голые развеваемые пески в туркестанских крайне сухих пустынях не представляются совершенно безжизненными, а могут рассматриваться как почвы, только относительно бесплодные, в которых замечаются признаки влияния атмосферных и биологических агентов». А. Гаель (1939, стр. 1107 и сл.) дает подробное почвенное описание песков туркестанских Каракумов: подвижные пески он считает за почвы *in statu nascendi*, на закрепленных же песчаной осокой бугристых и грядовых песках описывает песчаные сероземы.

В сыпучих песках обнаружено большое количество микроорганизмов (свыше миллиарда на 1 г песку), среди них и фиксаторы азота (подробности см. Берг, 1945, стр. 462).

В работе «Почвы и водные осадочные породы» (1945, стр. 458) мною развивается взгляд, что все продукты глинистого и песчаного выветривания, поскольку в нем принимают участие микроорганизмы, должны быть причислены к зачаточным почвам.

Многое имеет за себя предположение, что вторичные минералы, свойственные коллоидной части почв—монмориллонит, бейделлит, каолин, галлуазит, гидрослюды и другие—образуются при участии микроорганизмов (Вернадский, 1938). Вместе с Гедройцем (1933, стр. 128) мы считаем, что возникновение коллоидной части (или поглощающего комплекса) в породах и почвах происходит при самом деятельном участии микроорганизмов. В обменных взаимодействиях, каковые претерпевает поглощающий комплекс, «видная роль должна принадлежать тем миллиардам микроорганизмов, которые населяют каждый грамм почвы» (Гедройц, 1933, стр. 167).

Мы знаем, что обменный кальций благоприятствует развитию аэробных микроорганизмов (Гедройц, 1935, стр. 49). Богатство лёсса карбонатами создает благоприятные условия для размножения в нем различных микроорганизмов. Подобное положение вещей мы видим в сероземах; так, в целинных ташкентских и андижанских сероземах заключается 1,2 миллиарда микроорганизмов на грамм почвы (Шульгина и другие, 1930, стр. 8). В лёссах, когда они проходили стадию образования (напомним, что лёссы, подобно латеритам, есть ископаемые почвы), должна была находиться обильная флора и фауна микроорганизмов, способствовавших процессам выветривания и почвообразования.

Д. В. Соколов (1930, 1932), обнаружив бактерии в лёссах окрестностей Днепропетровска, а также (до глубины 17,5 м) в продуктах выветривания порфиров и диоритов Магнитогорска, высказывает предположение, что процесс разложения алюмосиликатов в лёссах происходит при участии бактерий.

А. А. Роде (1942, стр. 23) считает необходимым условием «облессования» породы передвижение в ней карбонатов кальция и соответственное укрупнение агрегатного состояния глинистых частиц. Эти процессы А. А. Роде относит к выветриванию. Если к этому присоединить деятельность микроорганизмов, то мы получим тот почвообразовательный процесс, который некогда в засушливом климате дал начало тем, ныне ископаемым почвам, которые мы называем лёссами и лессовидными породами.

ПРОЧИЕ СВОЙСТВА ЛЁССА

Мы объяснили уже два основных свойства лёсса—его неслоистость и своеобразный механический состав.

Относительно причин пористости лёсса, а также верхних горизонтов почв пустынного и полупустынного типов существуют разные мнения: одни приписывают ее следам корней травянистой растительности, другие—углекислоте, выделяющейся при почвенно-биологических процессах, третьи—действию почвенного воздуха, вытесняемого при проникновении в почву атмосферных осадков. Как мы видели, истинная причина пористости лёсса заключается в богатстве его карбонатами кальция и магния, укрупняющими почвенные частицы. В результате образуются поры.

Способность лёсса обваливаться вертикальными стенками есть следствие однородности механического состава и водопроницаемости и ничего не говорит в пользу ветрового происхождения этой породы. К этому надо прибавить, что, согласно Полюнову (1934, стр. 204), выпадающий в восходящих капиллярах углекислый кальций, цементируя лёсс, ведет к тому, что откалывание глыб легче происходит по вертикальным плоскостям разлома, нежели по горизонтальным или наклонным.

УСЛОВИЯ ЛЕССООБРАЗОВАНИЯ

Ниже будет приведено много примеров того, как в сухом климате аллювиальные отложения принимают лессовидный облик. Теперь нам стал ясен механизм этого процесса. Для того, чтобы данная порода, например, ледниковые отложения или флювиогляциальные, могли, в условиях степного климата, превратиться в лессовидные, необходимы следующие условия:

- 1) порода должна заключать значительное количество алюмосиликатов,
- 2) должна содержать карбонаты щелочных земель,

3) должна быть более или менее мелкозерниста и водопроницаема.

К этому Ганссен прибавляет, что для сохранения рыхлости и пористости породы «гидратация (т. е. выветривание) и отложение должны идти одновременно», а эти условия могут осуществляться будто бы только в том случае, если лёссовый материал приносится ветром. Поэтому Ганссен является сторонником ветрового происхождения лёсса. Между тем, во-первых, не может быть сомнения в том, что процессы выветривания в материнской породе лёсса происходили с особой интенсивностью именно после отложения данной породы. Об этом говорят перемещение, преобразование и формы карбонатов в толще лёсса. А во-вторых, для объяснения рыхлости и пористости лёсса вовсе нет надобности прибегать к эоловой гипотезе: ниже будет приведено множество примеров, как в условиях сухого климата породы заведомо водного происхождения принимают лессовидный облик.

С другой стороны, из вышеприведенных данных Гедройца и Ганссена с несомненностью вытекает, что процесс лессообразования может происходить только на суше, притом в сухом климате, а отнюдь не под водою. Поэтому такие термины, как озерный, речной, морской лёсс, нередко встречающиеся в литературе, заключают в себе *contradictio in adjecto*—подобных лёссов вообще нет и не может существовать.

Но, конечно, вполне возможны и вероятны случаи, когда лессовидные образования, будучи размыты водою, переносились и перекладывались в другом месте. Когда эти породы, во вторичном местонахождении, снова оказывались на суше, они, понятно, с гораздо большей легкостью и скоростью опять могли приобретать лёссовый облик.

СОВРЕМЕННОЕ ЛЕССООБРАЗОВАНИЕ

Согласно нашим взглядам, и в современную эпоху, в сухих климатах, должно происходить образование лессовидных пород из соответственного материала. Действительно, не трудно привести достаточное количество примеров в доказательство этого положения.

И. В. Мушкетов (1886, стр. 513—514) наблюдал в Фергане, на поверхности ровной каменистой пустыни к югу от Риштана, такую картину. Поток, выйдя из тесного ущелья на ровную поверхность конгломератов, разбился на множество струек; утратив скорость, вода отложила тонкие частицы; летом на месте ручейков осталась сложная сеть светло-желтовато-серых полосок глины. «Исследуя эту глину,—говорит Мушкетов,—я убедился, что она почти не отличается от слоистого лёсса, толщина глинистых слоев местами доходила до 5 см, но большей частью не превышала 1 или 2 см. Здесь воочию происходит слоистый лёсс, постепенно покрывавший собой конгломерат и превративший каменистую пустыню в культурную лёссовую площадь».

Наблюдения Мушкетова были подтверждены таким авторитетным почвоведом, как Неуструев, который сообщает (1912, стр. 142), что в Фергане «лессовидные прослойки весьма часты в современных наносах рек» (Кара-дарья и Нарына).

Относительно современных отложений в бассейне Арыси (Чимкентский округ) Неуструев (1910, стр. 18) пишет: «Когда ближе взглядишь на наносы Туркестана, то типичные свойства лёсса то в совокупности, то в некоторых иных комбинациях проявляются во всех тонких наносах. Аллювиальные осадки принимают пористость, светлый оттенок, известную рыхлость и неизменно вскипают от кислоты». «Почти все аллювиальные и делювиальные образования в Чимкентском уезде по виду похожи на лёсс в том или ином отношении. Всем им свойственно большое содержание угле-

кислого кальция, большинству—пористость и очень мелкоземистый состав. Поэтому разными исследователями описывались под именем лёсса довольно разнообразные породы» (стр. 20).

Отложения субаэральных дельт Зеравшана, Мургаба и афганских рек в юго-восточных Каракумах представляют собою обычно супесчаные лессовидные породы с пресноводной фауной (Благовещенский, 1940, стр. 222).

Б. А. Федорович и А. С. Кесь (1934, стр. 76 и сл.) подробно описывают первую надпойменную террасу р. Мургаба в пределах Мервского оазиса. Эту террасу, сложенную лессовидными супесями и такими же суглинками мощностью до 3, иногда до 4 м, упомянутые авторы признают за одну из субаэральных дельт Мургаба. Ее нужно считать за современное образование, ибо еще до средних веков первая надпойменная терраса представляла собою область речных разливов, заболоченных пространств и камышовых зарослей (стр. 80). Подобным образом и вторая надпойменная терраса Мургаба сложена лессовидными породами аллювиального происхождения.

Почвы Муганской степи (Азербайджан) образованы наносами Аракса и относятся к типу аллювиальных (Захаров, 1905, стр. 52, отт.). Нередко они представлены пористыми суглинками, имеющими лессовидный облик. Эти суглинки Захаров относит к типу «равнинного аллювиального речного лёсса». Таким образом, заведомо аллювиальные осадки¹ становятся здесь настолько похожими на лёсс, что образовавшиеся из них почвы Захаров считает переходными к «эолово-лессовым» почвам по классификации Коссовича.

По механическому составу аллювиальные почвы Мугани близки к среднеазиатским лёссам (Тулайков, 1906, стр. 96). Основываясь на этом, Коссович (1911, стр. 107), сторонник ветровой гипотезы, указал на «возможность образования аллювиальным путем горных пород, сходных по механическому составу с породами эолового происхождения», т. е. с лёссом.

Почему, однако, муганские наносы представляют собою лишь лессовидные породы, а не настоящий лёсс, подобный украинскому или среднеазиатскому? На это можно ответить следующее. Почвы Мугани это молодые образования, лишь недавно начавшие превращаться из аллювия в почвы: здесь, собственно говоря, является даже затруднительным разграничение почв от грунтов, и нередко случается, что только что образовавшийся почвенный слой снова заносится аллювием, отложенным разливами Аракса.

Но, пожалуй, самый разительный пример современного лессообразования—это тот, который ныне можно наблюдать в засушливом климате средней Якутии, под 62° с. ш. Здесь в районе Якутска, в долине Лены, первая, пойменная, терраса, а также вторая, надпойменная, обе покрыты тонким слоем (0,5—1 м) «лессовидного карбонатного аллювиального суглинка». На границе с подстилающим его песчанистым аллювием лессовидный суглинок слоист. «Таким образом, во время весенних половодий на меженных берегах поймы р. Лены происходит главным образом отложение элементов тонкой песчанистой пыли, другими словами, лессовидного карбонатного суглинка (большой частью легкого), тогда как отложение более крупных песчаных частиц имеет место в стрелении реки и на более низких островах поймы» (Огнев, 1927, стр. 3—4). Даже на некоторых притоках Лены пойменная терраса сложена таким же суглинком. Это наблюдается, например, на речке Менде (выше Якутска), где в лессовидном суглинке поймы встречаются погребенные стволы лиственниц (Огнев,

¹ См. также Тулайков, 1906, стр. 42.

стр. 12). Коренные берега Менды покрыты лессовидной глиной со включениями кварцевой гальки—вообще весь водораздел между Леной и Амгой покрыт лессовидными суглинками и такими же глинами.

Образование лессовидного суглинка в современную эпоху, притом так далеко на севере (почти под 62° с. ш.), есть факт чрезвычайно удивительный. Объясняется он, конечно, своеобразными климатическими особенностями среднего течения Лены: жарким летом и большой сухостью (малым количеством осадков).

Раз в современную эпоху, в условиях теплого и сравнительно сухого лета средней Лены, здесь происходит образование лессовидных пород, отпадает необходимость признавать наличие особой «холодной фации лессовидных отложений», которые формировались элювиальным путем в «холодной стране с резко континентальным климатом и близким к поверхности залеганием почвенной мерзлоты» (Герасимов и Марков, 1939, стр. 248—253). Что в послеледниковое время в средней Якутии была эпоха, когда климат был суше современного, это в настоящее время признается и ботаниками, и зоологами (см. выше, гл. IV; Берг, 1938, стр. 420). Тогда условия для образования лессовидных пород, несомненно, были еще более благоприятны чем теперь. Что касается вечной мерзлоты, то она может способствовать образованию лессовидных суглинков только в засушливом климате типа средней Якутии.

В пустынном климате южной окраины Ордоса, в бассейне Хуан-хэ, можно наблюдать на речных террасах, как и в Якутии, современное лессообразование: вода в реках так богата взвешенными веществами, что кажется жидкой грязью, и реки откладывают большое количество наносов, превращающихся здесь в лёсс. О времени образования этого лёсса легко судить по тому, что в толщах террасового лёсса мощностью в 3—4 м при основании находят предметы современной культуры (Teilhard de Chardin et Licent, 1924, p. 86).

Итак, мелкоземистые аллювиальные породы и в настоящее время, при наличии засушливого климата, способны превращаться в лессовидные породы и даже в лёсс.

Ниже будет приведено много примеров лессовидных аллювиальных отложений (не современных).

РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОД

Мы уже говорили о том, что породы, обладающие лёссовым обликом, могут иметь самый разнообразный механический состав, начиная от таких пород, как валунные суглинки, и кончая глинами.

Весьма нередко встречаются лессовидные валунные суглинки. Я наблюдал их во многих местах Черниговской области, например, в оврагах, впадающих в р. Воргол между с. Воргол и с. Зазерки б. Глуховского уезда; затем в овраге Макухине, к югу от Глухова, близ с. Холопки, где обнажаются также лессовидные ясно-слоистые желто-бурые флювиогляциальные суглинки с валунами, сверху переходящие в лёсс. У лессовидных валунных суглинков Черниговской области валунов бывает немного, и они мелкие, цвет породы бурый или желтоватый, так что на первый взгляд эти суглинки весьма похожи на лёсс. В подобном суглинке у с. Воргол Армашевский (1883, стр. 121, отт.) находил раковины *Pupilla muscorum*, *Succinea oblonga* и *Limnaea*. Лессовидный характер имеет морена и у Кролевца (Мирчинк, 1914, стр. 14), а также у Батурина на берегу Сейма (Берг, 1914, стр. 9). В Хорольском районе Полтавской области, выше с. Зайченцов, под почвой наблюдается валунный лёсс или «лессовидная

валунная глина» бурого-желтого цвета, мощностью 4—5 м; по структуре порода представляет типичный лёсс, содержит обломки трубчатых костей мелких млекопитающих и раковин наземных моллюсков, но вместе с тем включает значительное количество валунов кристаллических пород (Агафонов, 1894, стр. 116). Такой же валунный лёсс встречается и во многих других местах Полтавской области (там же, стр. 136—137, 146—147). В Киевской области можно наблюдать своеобразные валунные суглинки: если не обращать внимания на валуны, то по всем остальным признакам эти валунные суглинки «представляют типичный лёсс», например, в с. Березняки близ Смелы (Флоров, 1916, стр. 10, 22—23).

Лессовидные валунные суглинки наблюдаются и гораздо севернее, например, между низовьями Оки и Суры (Докучаев, 1886, стр. 20—21). Докучаев (1892а) был даже склонен выделять по северной окраине черноземной области особую полосу лессовидного валунного суглинка, которая тянется от средней Волги до Черниговской области и западнее, а южнее сменяется «типичным тонкозернистым однородным ледниковым лёссом».

Превращение валунного суглинка в лессовидную породу не объяснимо ни с какой другой точки зрения, кроме как на основании почвенной теории лёсса: при выветривании в сухом климате основная порода валунного суглинка приобрела лессовидный облик¹.

Встречаются пески (слегка глинистые), имеющие вид лёсса (л е с с о в и д н ы е п е с к и). Мне приходилось наблюдать таковые в с. Ущерье Суражского района. Лессовидные пески описаны многими авторами: имеются они, например, по р. Супою (приток Днепра), где они слоисты (Агафонов, 1894, стр. 170). Образование слоистых лессовидных песков с точки зрения ветровой гипотезы совершенно непонятно: с нашей точки зрения—это аллювиальные пески, подвергшиеся, после своего отложения, почвообразовательному процессу в предшествовавшую сухую эпоху. Впрочем, Граман (1932, стр. 7) полагает, что германские лессовидные пески и супеси—это «смесь лёссовой пыли с переветренными песками».

Нахождение лессовидных песков в зоне пустынь—явление с нашей точки зрения вполне естественное. Такие пески развиты, например, близ р. Лепсы (притока Балхаша) у линии железной дороги (Горностаев, 1929, стр. 40), затем в бассейне Каратала (там же, стр. 45). Талды-курган (Гавриловка) расположен на второй террасе Каратала, сложенной «песчаным лёссом или лессовидным песком» (стр. 46).

Л е с с о в и д н ы е с у п е с и имеются у Батурина на берегу Сейма (Берг, 1914, стр. 9), известны они в Мипской (Миссуна, 1915, стр. 177, 237), Курской (Архангельский, 1913, стр. 35 и 41—42), Московской² областях.

Таким образом, мы имеем: лессовидные супеси, лессовидные пески (иногда слоистые), лессовидные флювио-гляциальные отложения, лессовидные валунные суглинки и, наконец, «валунный лёсс». Объяснить это разнообразие пород лёссового облика можно только тем предположением, что при соответствующих условиях климата (именно, в сухом климате)

¹ Впрочем, Крокос (1927, стр. 15) ранее находил объяснение: «Встреча в лёссе валунов объясняется тем, что ледник шел по нижней части второго яруса лёсса и поэтому морена приобрела лессовидный габитус». Но в таком случае следовало бы ожидать включения лёсса в морену, а не приобретение мореной лёссового облика. То же относится и к соображениям Мирчинка (1928, стр. 139): «постель морене служили флювиогляциальные лессовидные образования, за счет которых она и обогатилась лессовым материалом».

² Материалы по изучению почв Московской губ., вып. II, 1914, стр. 65—66 (Филатов), стр. 81 (Теплов).

самые разнообразные поверхностные породы принимают лессовидный облик. С точки зрения ветровой гипотезы это явления, необъяснимые без больших натяжек, а существование лессовидных валунных суглинков и совершенно необъяснимо.

ПЕРЕХОД ЛЁССА В ДРУГИЕ ПОРОДЫ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Если проследить распространение лёсса в какой-нибудь области, то нередко можно видеть, что в горизонтальном направлении он постепенно сменяется породами лессовидными, а затем—и совсем не имеющими лёссового облика. Точно так же и различные типы почв на границах своего распространения постепенно переходят друг в друга. С точки зрения ветровой гипотезы подобное явление совершенно непонятно: при допущении отложения лёсса ветром следовало ожидать, что по периферии своего распространения лёсс будет постепенно уменьшаться в мощности, н а л е г а я на подлежащие породы и сходя на-нет; думать, чтобы лёсс в этом случае постепенно переходил в соседнюю породу, нет оснований.

Несколько примеров. В районе Орши лессовидные неслоистые суглинки и супеси замещаются в горизонтальном направлении сначала тонкими лессовидными слоистыми песками, а затем глинистыми однородными песками (Мирчинк, 1928, стр. 125). Напротив, на юг от Полтавской области суглинки межледникового времени, имеющие лессовидный облик, сменяются типичным лёссом (Мирчинк, 1925, стр. 89). По Ворскле, в Полтавской области, лёсс образует непрерывную полосу до Полтавы, выше которой он теряет свои типичные свойства и превращается в желто-бурые песчаные глины без журавчиков. Вдоль всего течения р. Псла по правой стороне тянется более или менее широкая лента лёсса, причем на пространстве между Богачкой и Савинцами лёсс замещается желто-бурой и красно-бурой песчанистой глиной, а от Савинцев вверх опять появляется лёсс (Гуров, 1888, стр. 864, ср. также Армашевский, 1903, стр. 224). Между Днепром и Ю. Бугом, двигаясь с востока на запад, можно проследить переход валунных суглинков сначала в флювио-гляциальные суглинки, а потом в лёсс (Бондарчук, 1938, стр. 43). Типичный лёсс района Горок по направлению к Смоленску уменьшается в мощности, делается более песчаным и переходит в лессовидный суглинок, широко распространенный в Смоленской области (Афанасьев, 1924, стр. 141). По Десне к югу от Мезина местами лессовидные суглинки замещают морену в горизонтальном направлении (Мирчинк, 1923, стр. 32, 33). Лёсс б. Новогрудского уезда, достигающий мощности 6—8 м, на северо-востоке переходит в лессовидные пески (скорее супеси) мощностью в 0,5—1,5 м (Миссуна, 1915, стр. 178). В б. Любартовском уезде Люблинской губ. полоса, отделяющая область распространения лёсса от площади, занятой валунными суглинками и безвалунными песками, сложена из суглинка неслоистого, сильно песчанистого, представляющего по общему облику нечто среднее между типичным лёссом и безвалунными песками (Михальский, 1892, стр. 197). Лессовидный суглинок центральной части б. Владимирской губ. исчезает на западе б. Юрьевского и примыкающей части б. Переславского уездов, сменяясь в горизонтальном направлении близкими к нему «переходными глинами», которые лишены известковых конкреций и иногда содержат мелкие валунчики (Щеглов, 1902, стр. 212—213). Этот горизонтальный переход лессовидных суглинков в ледниковые отложения не позволяет, по мнению Щеглова, видеть в них ветровое отложение. Смоленские лессовидные суглинки совершенно нечувствительно переходят в орловские лёсы

(Костюкевич, 1915, стр. 87 и сл.). По р. Чарышу, притоку Оби, ясно видно, что лессовидные суглинки являются фацией песков (Петц, 1904, стр. 214). В долине р. Берди, притока Оби, на боровой террасе наблюдается постепенный переход горизонтально-слоистых песков в лёсс как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении (Н. Соколов, 1935, стр. 14).

Украинские геологи в последнее время стали различать—правильно или нет, в рассмотрение этого вопроса мы сейчас не вдаемся—шесть ярусов лёсса на Украине. В Воронежской области, как известно, лёсса нет: он замещен здесь лессовидными суглинками и такими же глинами, и этим породам, по крайней мере, в Воронежской области, никто ветрового происхождения не приписывает¹. Крокос (1937), исследовавший четвертичные породы Воронежской области в районе юго-западной части донского ледникового языка (Лиски—Калитва), называет их карбонатными суглинками. И вот эти суглинки расчленяются Крокосом (1937) на те же ярусы, что и лёссы области днепровского оледенения. Теперь спрашивается: как это может быть, чтобы лёссы области днепровского оледенения образовались ветровым путем, а совершенно аналогичные им стратиграфически лессовидные породы области донского оледенения как-то иначе, скажем, делювиальным путем или отложились из воды?

Прибавим, что лёссовые породы северо-востока Украины, как и естественно, нечувствительным образом переходят в поверхностные породы соседних частей Воронежской области. На плато в бассейне Айдара (район Старобельска) Заморий (1935) описывает лёсс, общей мощностью в 19 м, разделенный на пять ярусов, а немного севернее, в пределах Воронежской области, этот лёсс уже переходит в суглинки.

Крокос (1937, стр. 23) дает такую синхронизацию внеледниковых отложений Украины и донского ледникового языка²:

Украина

Воронежская область

1. В ю р м II. Бугский ярус лёсса Удайско-бугское межледниковье (ископаемая почва)	Карбонатный суглинок
2. В ю р м I. Удайский ярус лёсса Днепровско-удайское межледниковье (ископаемая почва)	Карбонатный суглинок
3. Р и с с. Днепровский ярус лёсса Орельско-днепровское межледниковье	Карбонатный суглинок
4. П р е р и с с. Орельский ярус лёсса Тилигульско-орельское межледниковье (ископаемая почва)	Межледниковье (ископаемая почва)
5. М и н д е л ь. Тилигульский ярус лёсса Сульско-тилигульское межледниковье (ископаемая почва)	Карбонатный суглинок
6. Г ю н ц. Сульский ярус лёсса	Карбонатный суглинок

¹ Механический состав этих «суглинков» довольно разнообразен. Вот данные Крокоса (1937, стр. 20):

	>0,1 мм	0,05—0,01 мм	<0,01 мм
Щербакова. «Днепровский» ярус	43,9	11,8	44,3%
Лисичанка. «Удайский» ярус	5,0	9,7	85,3
Пухово. «Бугский» ярус	7,8	22,7	69,5
Ольховатка. «Бугский» ярус	2,6	4,9	87,5

² Не входя в критику этой таблицы, нужно все же отметить, что на Русской равнине пока установлено не более трех оледенений (ср., например, Мирчинк, 1928; Биленко, 1937; Герасимов и Марков, 1939а, стр. 95—96; Дмитриев, 1939, стр. 248).

Можно ли поверить, что, переходя из пределов Украины в Воронежскую область, «эоловые» лёссы сразу теряют свою ветровую природу и превращаются в обыкновенные водно-ледниковые или делювиальные суглинки?

Отметим еще, что по минералогическому составу карбонатные суглинки области донского оледенения не отличаются от морены. Вместе с тем минералогический состав воронежских карбонатных «суглинков» и днепровских лёссов почти тождествен (Крокос, 1937, стр. 22).

В Средней Азии «по мере удаления от возвышенности вглубь равнины лессовидные образования по своему внешнему виду и физико-химическим и водным свойствам приближаются к лёссу, а затем постепенно в него переходят» (Воронов, 1938, стр. 5).

Итак, типичные лёссы в горизонтальном направлении нечувствительно переходят в породы (лёссового, а иногда не лёссового облика), которым никто не приписывает ветрового происхождения.

ВРЕМЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЮЖНОРУССКОГО И УКРАИНСКОГО ЛЁССА

В вопросе о способе и времени образования лёсса следует различать две стороны: во-первых, когда и как отложилась материнская порода, из которой впоследствии сформировался лёсс, и, во-вторых, когда произошло превращение этого отложения в лёсс или лессовидную породу.

а) Из всего вышеизложенного ясно, что превращение отложенной породы в лёсс происходит, по нашему представлению, в сухие эпохи, отличающиеся климатом более сухим чем современный¹. Такие эпохи падают, как известно, на послеледниковое, а также межледниковое время. В то время произошло смещение климатических зон к северу (см. гл. IV и V), и в Черниговской области, например, был климат приблизительно такой, как теперь на юго-востоке европейской территории Союза, а в Вологодской—как на Украине.

Итак, превращение материнской породы в лёсс происходит в сухую, межледниковую или послеледниковую эпоху.

б) Гораздо труднее ответить на вопрос, когда произошло отложение породы, давшей начало лёссу. Большие разливы рек, отлагавшие массы ледниковой мути, должны были иметь место как в разгар таяния ледникового покрова, так и во время усиленного наступания ледника.

Развитое нами учение о двух этапах образования лёссовых пород, одном—когда откладывается материнская порода лёсса, другом—когда эта порода преобразуется в лёсс, позволяет разобраться в хронологии лёсса. В литературе по этому вопросу существует громадное разнообразие мнений. Одни авторы полагали, что лёсс образуется в ледниковое время, во время надвигания ледникового покрова (Криштафович, 1902, стр. 189, 191, 194, 220 и другие; Зергель (Soergel), 1919, р. 67, 173; Крокос, 1922; 1926а, стр. 14—15²; 1927, стр. 25, и другие украинские геологи; Мирчинк, 1928, стр. 116, 140; Woldstedt, 1933; Обручев, 1929; и другие). По мнению других, лёсс есть межледниковое образование, он отложился во время отступления ледникового покрова (Тутковский, 1899, стр. 284; Боголюбов, 1904; Penck, 1909; Набоких, 1915; Крокос, 1915; Ласкарев, 1919; Мирчинк, 1926; и другие). По взглядам А. Гейма (A. Heim, 1917), лёсс

¹ Как изложено выше, образование лёсса в сухих областях может происходить и в современную эпоху. Сейчас же мы говорим о южнорусском и украинском лёссе.

² Второй ярус украинского лёсса образовался во вторую половину наступания днепровского ледника, во время его стояния и при первых моментах его отступления (Крокос, 1926а).

мог образовываться в течение всех отрезков ледникового времени: самые распространенные—это межледниковые лёссы, но есть также ледниковые и послеледниковые (Geologie der Schweiz, p. 319, цит. по Зергелю).

Мы полагаем, что материнские породы лёсса отлагались преимущественно (но далеко не исключительно) в ледниковое время. Они эквивалентны морене, образовались в результате водного отмучивания морены, чем и объясняется близость их к морене по минералогическому и частью по механическому составу. На Украине «второй ярус лёсса, химически и стратиграфически связанный с мореной днепровского оледенения,—говорит Крокос (1926а, стр. 15),—является детищем последнего». Крокос утверждает об этом «с уверенностью» (1. с.)—весьма ценное соображение в устах в то время сторонника ветровой гипотезы. Преобразование же этих пород в лёссовые происходило в сухие межледниковые эпохи и в сухую послеледниковую.

ЛЁСС ИЗ АЛЛЮВИЯ

Мы уже привели несколько примеров, показывающих, как аллювиальные отложения приобретают в сухом климате лессовидный облик. Остановимся несколько подробнее на этом вопросе.

Верхняя Волга. Насколько условна граница между лёссами и лессовидными суглинками, можно хорошо судить по характеру лессовидных пород на верхней Волге, по обе стороны ее, в границах б. Ржевского уезда (в пределах 1926 года, т. е. по Волге ниже Старицы). Зайцев (1927, стр. 66) описывает здешние лессовидные суглинки следующим образом: это палевая, желто-бурая порода, пористая, неплотного сложения, довольно легко растирающаяся в пылеватую массу; главную массу породы, от 50 до 62% ее, составляет тонкая песчаная пыль, т. е. частицы диаметром 0,01—0,05 мм; валунов в этих суглинках никогда не встречается; иногда в них содержится углекислая известь, обычно в форме журавчиков диаметром от 0,5 до 2—3 см. Мощность ржевских лессовидных суглинков достигает 5—6 м.

Почему, однако, называют эту породу не лёссом, а лессовидным суглинком? Ведь в тех местах, где этот осадок карбонатен, он уж во всяком случае имеет полное право на наименование лёсса. Причина заключается в том, что ржевские суглинки явно водного происхождения, а потому не заслуживают названия лёсса, каковым именем удостоивают только соответственные «эоловые» (ветровые) породы. Вот признаки, говорящие об отложении ржевских суглинков из воды. Они обладают хорошо выраженной плитчатой структурой: толщина плиток в верхних горизонтах породы около 0,5 см, а на глубине 1,5—2 м 4—5 см; верхняя поверхность плиток несет тонкую песчанистую присыпку. В глубоких горизонтах нередко можно видеть ясную слоистость, выражающуюся в переслаивании лессовидного суглинка тонкой супесью. Наконец, в этой породе встречаются раковины пресноводных моллюсков. Ржевские лессовидные суглинки, говорит Зайцев (стр. 66), «отложились в обширных озеровидных бассейнах, находившихся на некотором расстоянии от края ледникового покрова; в эти бассейны стекали талые воды ледника, приносившие с собою во взмученном виде тот материал, из которого и образовались лессовидные суглинки». С этим объяснением можно согласиться, но надо сделать одну поправку: вышеупомянутым способом образовались не лессовидные суглинки, а материнские породы их, ибо до сих пор никто никогда, ни в современных, ни в других четвертичных отложениях, не наблюдал, чтобы из ледниковых осадков получались лёссы или вообще породы лёссового облика: для того чтобы приобрести лессовидность, ледниковая муть должна была подверг-

нуться процессам выветривания и почвообразования в сухом климате. При современном климате области верхней Волги (56-й с лишком градус с. ш.) это невозможно; «облессование» происходило в предыдущую, более сухую (ксеротермическую) эпоху (о ней см. выше, гл. IV).

О том, что материнские породы ржевских лессовидных суглинков отложились из воды, можно судить и по рельефу: область их развития представляет равнину, тогда как к северо-западу от этой равнины расположена холмистая страна, покрытая валунными отложениями. Суглинки залегают широкой полосой, километров 30 и более, по обе стороны Волги, свидетельствуя тем о своей связи с древними разливами этой реки.

Однако имеется автор, который, будучи незнаком с работой Зайцева по ржевскому Поволжью, готов для лессовидных пород или лёссов соседнего старицкого Поволжья принять их ветровое происхождение (Трофимов, 1940, стр. 84). Из этих самых старицких лёссов (стр. 77) В. Н. Сукачевым была описана флора (*Nymphaea candida* и другие, см. ниже, стр. 200), свидетельствующая, по мнению Сукачева, о водном происхождении данного осадка, что нам представляется совершенно бесспорным. По мнению же Трофимова, в «условиях резко-континентального климата конца ресс-вюрма растительность погибала, мельчайшие же частицы ее развевались ветром и осаждались с лёссовой пылью». Указание В. Н. Сукачева на то, что это невозможно для пыльцы кувшинки, не останавливает Трофимова; он даже не упоминает об этом доводе В. Н. Сукачева. Ввиду этого, пожалуй, не стоило бы задерживаться на возражениях Трофимова против почвенной теории, тем более, что соображения, подобные приводимым им, уже неоднократно опровергались мною в моих предыдущих работах и опровергаются в настоящей. Отмечу лишь следующее. Почвенно-элювиальной теории противоречит, по мнению Трофимова: 1) распространение лёсса к югу от одновозрастной с ним конечной и основной морены, не имеющей и элементов лессовидности. Но почему морены, с моей точки зрения, должны быть обязательно лессовидны?¹. Почему распространение лёсса к югу от морены противоречит моей теории? Одновременность старицкой вюрмской морены и старицкого «вюрмского» лёсса требует доказательств, которых в статье Трофимова не имеется. 2) «Почва на лёссе и на морене одного типа и в равной мере дифференцирована». Почему это может опровергать почвенную теорию образования лёсса, мне непонятно. Совершенно естественно, что в подзолистой зоне и на лёссе и на морене почвы подзолистого типа, подобно тому как в черноземной зоне они и на лёссе и на морене черноземного типа. Трофимову, очевидно, осталось неизвестным, что, согласно моим взглядам, превращение материнской породы лёсса в лёсс на севере не может происходить при современных климатических условиях. Почвы на лёссе и на морене есть образования сравнительно недавние и к вопросу о превращении материнской породы лёсса в лёсс, вообще, отношения не имеющие. 3) Против моей теории говорит еще «прекрасная сохранность и свежесть даже малоустойчивых минералов в лёссе». Однако, как с этим согласовать то обстоятельство, что в старицком лёссе зерна даже такого устойчивого минерала, как кварц, «часто заключены в тонкую оболочку лимонита и иногда проникнуты каолинитом».

Несостоятельность трафаретных представлений автора (стр. 88) насчет того, что «южнее края ледника растительность на значительных пространствах вымирала», достаточно очевидна из дальнейшего.

¹ Но что касается старицких морен, то встречаются ли среди них лессовидные разности или нет, это должно быть проверено беспристрастными исследователями.

Ока и Урал. Наши геологи нередко говорят о лессовидном аллювии. Такой аллювий с средней террасы по Оке к югу от Рязани включает свыше 63% частиц диаметром 0,05—0,01 мм; в крупных фракциях преобладают окатанные зерна (Казаков, 1935, стр. 419). Материнским породам этих террасовых лессовидных отложений невозможно приписывать иное происхождение кроме аллювиального.

Бывают случаи, когда речные террасы, сложенные лессовидными породами, заливаются во время современных половодий. Так, в верхнем течении р. Урала вторая надпойменная терраса, имеющая в высоту 15—18 м над уровнем воды и сложенная желто-бурыми лессовидными суглинками и глинистыми песками, частично заливается высокими паводками два-три раза в столетие (Геологическая карта Урала, объяснительная записка, 1939, стр. 169). Понятно, облессование аллювия р. Урала происходило не в современную климатическую эпоху.

Нижняя Волга. Обратимся теперь к нижнему течению Волги, где климатические условия и в современную эпоху позволяют образоваться лессовидным породам.

Весьма замечательны лессовидные породы, венчающие правобережье Волги в районе устья р. Сарпы. Они буровато-желтого цвета, трещиноваты, богаты карбонатами, глинисты, имеют мощность, включая и почвенный слой, 0,3—2 м, изредка включают отпечатки раковин каспийских моллюсков. Подстилаются шоколадными сланцеватыми верхнекаспийскими глинами, в которых нередко раковины каспийских моллюсков. Покровная порода вполне постепенно переходит в подлежащую каспийскую глину. Димо (1907, стр. 11—13) отрицает ветровое происхождение лессовидной породы: «Поверхностную глину мы склонны считать продуктом выветривания при почвообразовательных процессах нижележащей каспийской сланцеватой глины, или элювиальной породой, а не эоловым наносом».

Мы имеем здесь разительный пример, как солоноватоводное аллювиальное отложение в сухом климате, путем выветривания и почвообразования, превращается в лессовидную породу.

Украина. Вот пример заведомо аллювиальных и вместе с тем лессовидных отложений. Третья надлуговая терраса Ворсклы в 14 км к востоку от Полтавы сложена, как показал шурф, лёссом мощностью 5,26 м; в самом низу лёсс делается песчанистым, а затем подстилается аллювиальными отложениями (Крокос, 1935, стр. 11):

- 5,26—5,59 м. Лессовидный мергелистый слоистый суглинок с раковинками мелких пресноводных моллюсков.
- 5,59—5,80 м. Мелкозернистый песок.
- 5,80—7,40 м. Слоистый суглинок с раковинками мелких пресноводных моллюсков.
- 7,40—8,00 м. Мелкозернистый песок.

Горизонт 5,26—5,59 м, очевидно, приобрел лессовидный облик по спаде воды.

На второй надпойменной террасе р. Ворсклы аллювиальный суглинок постепенно переходит в лёсс (Заморий, 1935, стр. 102).

Древний («вюрмского века») аллювий верхней надпойменной террасы р. Удая нередко, по данным Москвитина (1933), оказывается лессовидным (см., например, стр. 37, обнажение № 79; стр. 47, № 122; стр. 52, № 151 и другие). Особенно любопытно обнажение № 151 у хутора Тарасовка (Прилуцкий район, бассейн Удая): здесь аллювий «вюрмского века» представлен известковистым серовато-палевым лессовидным суглинком, в котором встречены типичные лессовые моллюски: *Succinea oblonga* преобладает, *Paraspira leucostoma* (= *Planorbis rotundatus*, «земноводный

моллюск», по определению Гейера¹) и *Pupilla muscorum*. «Судя по внешнему виду породы и характеру фауны, суглинки (№ 151) отложились на плоских заливных местах, вероятно одновременно с песками, встречающимися ближе к долинам рек» (Москвитин, стр. 52). Но если мы посмотрим на механический состав этого «лессовидного суглинка», то увидим, что это настоящий лёсс. Именно, суглинок из Тарасовки, согласно Москвитину (стр. 259, обнажение 151), включает 48,6% частиц диаметром 0,05—0,01 мм и 49,6% частиц диаметром менее 0,01 мм. Но породы с точно таким же механическим составом на стр. 250 отнесены Москвитиным к типичным лёссам (см., например, хутор Басов, где соответственные цифры 49,0% и 48,4%²). Таким образом, не может быть никакого сомнения, что порода Тарасовки есть настоящий, типичный «эоловый» лёсс эолистов: за это говорит и механический состав, и все свойства породы, и ее характерная фауна. Единственно, почему Москвитин ее не называет лёссом, это потому, что она явно аллювиального происхождения.

Но еще более примечательно, что точно такой же, как в Тарасовке, лессовидный аллювиальный суглинок из хутора Ворошина Москвитин на стр. 59 (обнажение № 180, механический анализ на стр. 259) называет сначала лессовидным аллювиальным суглинком, а через строчку «палевым пористым лёссом с кротовинами» (мощность его 2,6 м). На стр. 257 и 259 этот же образец № 180 отнесен к древнему аллювию.

Словом—одну и ту же породу, мало того—один и тот же образец можно, по Москвитину, назвать и лёссом и не лёссом: если приписать ему аллювиальное происхождение, это не только не лёсс, но само предположение, что лёсс мог отложиться из воды, «явно нелепо» (стр. 245), а если Москвитина через несколько секунд возьмет сомнение в аллювиальном происхождении этого образца, тогда это лёсс—типичный, эоловый лёсс! Но мы должны воздать справедливость Москвитину: в своей книге он сам же, как мы видели, с добросовестностью представил все нужные материалы для полного опровержения своих взглядов.

Описывая аллювиальные суглинки средней террасы в бассейне р. Удая, Москвитин пишет, что они «обычно вполне лессовидны». «Но в данном случае при выделении этих отложений, сколь бы они ни были лессовидными, приходит на помощь геоморфология» (1933, стр. 262). Повидимому, автор хочет сказать, что эти лессовидные породы есть террасовый аллювий, поэтому они не лёсс, а где настоящий лёсс, там не аллювий, а типичное эоловое отложение. Но непредубежденный читатель, конечно, сразу заметит, что у Москвитина здесь классический *circulus vitiosus*: эоловым лёссом называется порода не аллювиального происхождения, а не аллювиальное происхождение осадка доказывается тем, что это типичный эоловый лёсс³.

¹ Эта катушка, т. е. водный моллюск, может переносить полное высыхание водоема.

² Приводим полностью данные Москвитина (1933):

>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01 мм
Хутор Басов, обнаж. № 64, с глубины 2,5 м, лёсс Москвитина, стр. 250	0,27	2,33	49,01
Хутор Тарасовка, обнаж. № 151, с глубины 2,5 м лессовидный суглинок (древнеаллювиальное отложение) Москвитина, стр. 259	0,27	1,48	48,60
			49,65%

³ Указания на приведенные в тексте логические ошибки Москвитина имеют, кроме принципиального, еще и другое значение. В своих писаниях (а также публичных выступлениях) этот агрессивный эолист позволяет себе, вместо доводов, оперировать грубыми выпадами против лиц, с научными теориями которых он не согласен (см., например, 1933, стр. 245). В таком же роде пробуют писать и «ученики» Москвитина.

В доказательство водного происхождения материнских пород украинских лёссов сошлемся на исследования Сукачева и Долгих (1937) над растительными остатками из лёссов и лессовидных пород Украины и Западной Сибири. «Наличие пыльцы кувшинки, растения водного и с не очень обильной пылью, а также неприспособленного к воздушному ее транспорту, говорит, — согласно упомянутому авторам (стр. 187), — что лессовидные суглинки Западной Сибири (а также по Ворскле. — Л. Б.) откладывались в водоемах». О том же свидетельствует нахождение в украинских лессовидных породах кусочков древесины хвойных и лиственных пород, целых спорангиев и частей пыльников с пылью.

Северный Кавказ. Легкие лессовидные суглинки, развитые в бассейне Кубани, например, у Армавира, весьма похожи по всем признакам на лёсс: они не слоисты, карбонатны, пористы, пылеваты, заключая 43% частиц диаметром 0,05—0,01 мм. С. Яковлев (1914, стр. 65), изучавший эти породы, называет их, однако, не лёссом, а лессовидными суглинками, потому что в них иногда попадаются речные гальки, найдены однажды пресноводные моллюски *Planorbis* и *Limnaea*, а у более грубых разностей наблюдалась слоистость и иной механический состав. Прикубанские суглинки, говорит Яковлев, «несмотря на внешнее сходство их во многих местах с эоловым лёссом, в действительности водного происхождения». Местами лессовидные суглинки переслаиваются с галечниками, вообще же они залегают на галечниковых отложениях, располагаясь на древних террасах современных рек. Эти лессовидные суглинки имеют мощность от 8—12 м до 14 м, причем по направлению к водоразделам мощность уменьшается (стр. 54).

Водное происхождение вышеописанного кубанского лёсса не подлежит никакому сомнению. Яковлев считает его отложением текучих вод, выносивших значительное количество мути из-под кавказских ледников в эпоху, когда они, после своего максимального распространения, начали сокращаться. Даже сторонник ветровой гипотезы Православлев (1932, стр. 6) признает, что в лессовидных суглинках Прикубанья местами и в отдельных прослоях «можно распознать черты делювиального, пролювиального и частью элювиального происхождения»¹.

Западнее Армавира лессовидные породы имеют более глинистый характер, заключая до 65% частиц диаметром менее 0,01 мм; мощность этих лессовидных глин от 2 до 5 м и более. Они подстилаются красно-бурыми глинами, которые тоже богаты карбонатами и постепенно переходят в лессовидные.

Имшенецкий (1924, стр. 25) склонен приписывать лессовидным глинам делювиальное происхождение.

Лессовидные породы, или лёссы террас Терска выше Моздока есть, без сомнения, аллювиальное отложение (Ноуструев, 1926; Ноуструев и Иванова, 1927). Приобретение аллювием лёссового облика названные авторы приписывают процессам почвообразования и выветривания: почвенные растворы создают карбонатную и гипсоносную неслоистую породу с определенным характером и состоянием коллоидной и суспензионной частей (1926, стр. 150). Воды, отлагавшие аллювиальные отложения верхней террасы, «имели характер широких, тихих потоков (флювио-

¹ Ср. также Рейнгард, 1940, стр. 428: «Генетически верхние слои суглинков относятся преимущественно к делювиально-пролювиальным образованиям, но местами, как показывают анализы образцов, носят характер типичных эоловых лёссов. В особенности это относится к западному Предкавказью».

гляциальных), из которых оседала сравнительно тонкая мусть (1927, стр. 130)¹.

Закавказье. Лессовидные образования в бассейне Куры очень сходны, по словам Захарова (1910, стр. 79), с лёссами Ферганы и Голодной степи, а между тем курийские породы заведомо аллювиального происхождения. Толща лёсса по левому берегу Куры в пределах Караязской степи ясно слоиста и в верхней части спорадически заключает линзы гальки (Захаров, 1910, стр. 44). В окрестностях Мдхета лессовидные толщи, по наблюдениям того же автора (1910), имеют мощность в 6 м; нижняя часть их, с глубины в 3 м, слабо слоиста, заключает прослойки речного песка и является не чем иным, как наносом Куры; верхняя же часть толщи произошла, по видимому, делювиальным путем. Но во всяком случае этот делювий, чтобы получить лёссовый облик, должен был претерпеть переработку почвенными процессами — в такой же степени, как и нижняя толща.

Средняя Азия. В Туркмении исследователями неоднократно отмечено превращение аллювиальных отложений в лессовидные породы. У аллювиально-пролювиальных отложений в бассейне Сумбара (приток Атрека), по наблюдениям В. Александрова (1932, стр. 5), нередко обнаруживается ясный лессовидный облик: карбонатность, пористость, способность обваливаться вертикальными стенками. Но вместе с тем эти же отложения слоисты, заключают прослойки галек или отдельные гальки и валуны. Этим сильно засоленным лессовидным глинам и суглинкам Александров приписывает аллювиально-пролювиальное происхождение².

В закаспийских Каракумах можно наблюдать переслаивание лёсса с явно аллювиальными отложениями. Так, у Чапач-аджи (к юго-западу от Босага) Левченко (1912, стр. 58, 114) наблюдал в искусственной скважине следующее:

0—45 см.	Мелкозернистый желтый песок.
45—60	Лессовидная, супесчаная порода.
60—110	Серовато-желтый, слегка пористый, богатый солями лёсс.
110—175	Слоистая супесчаная порода.
175—210	Желтовато-коричневая плотная, илистая, резко-слоистая глина.

Левченко (1912, стр. 136) считает, что каракумские грунты в основе аллювиального происхождения, и этот взгляд в настоящее время является общепринятым.

Для Голодной степи (между Джизаком и Сыр-дарьей) описано переслаивание лёсса с галечниками и аллювиальными песками, не составляющее сомнения в аллювиальном происхождении здешнего лёсса. Так, для местности между станцией Черняево и Сыр-дарьей Димо (1910, стр. 6) приводит такой разрез:

0—87 см.	Галечник в верхних горизонтах, перемешанный с крупным песком и мелкими мучнистыми частицами.
87—112	Лёсс, который, однако, на 105—112 см прорезан пятью прослойками (2—5 мм толщиной) ила.
112—145	Крупнозернистый серый известковый песок, весьма похожий на современный сырдарьинский.
145—176	Желтый слоистый песок.
176—225	Крупный галечник.

¹ Водораздельным лессовидным суглинкам, залегающим между долинами р. Терска и Восточного Маньча, Жуков (1936, стр. 42) предположительно приписывает пролювиальное и делювиальное происхождение из вод, периодически стекавших с восточного склона Ставропольской возвышенности и с северного склона Кавказа. Возраст описываемых суглинков, согласно Жукову (1936, стр. 28), предположительно ательский (ательский ярус залегает между хазарским и хвалынским).

² Ср. об этих же отложениях Никшич, 1932, стр. 5.

Понятно, горизонт 87—112 мог принять лессовидный облик только в то время, когда он выходил на дневную поверхность.

Бурение, приведенное на подгорной равнине у подножия Туркестанского хребта, у станции Ломатино Зааминского района, обнаружило такую последовательность отложений (Б. В. Горбунов, 1942, стр. 27):

	Глубина подолы, м	Мощность, м
Лессовидный суглинок, желтоватый	10	10
Супесь тяжелая, темносера, влажная, с зернами кальцита	48	8
Лессовидный суглинок, легкий, желто- вато-серый	22	4
Супесь тяжелая, желтая, плотная	49	27
Суглинок легкий, желтовато-серый	51	2
Супесь легкая, желтовато-серая, плотная	57,5	6,5
Суглинок легкий, желтовато-серый	60,7	3,2
Супесь легкая, желтовато-серая	66	5,3
Суглинок легкий, желтовато-серый, плот- ный, насыщенный водою	70,1	4,1

Без сомнения, мы имеем здесь дело с слоистыми водными отложениями, верхние горизонты которых в сухом климате приняли лессовидный облик.

Не только речной, но и озерный аллювий может давать начало лессовидным породам. Так, лессовидны древние отложения Иссык-куля (Д. Мушкетов, 1912, стр. 453).

Озеро Куку-нор. На южном берегу озера Куку-нор расположена терраса на высоте около 10 м над уровнем озера и на абсолютной высоте около 3 285 м. Она сложена из галечника, покрытого толщей лёсса в 1—1,5 м (Обручев, 1901, стр. 102). Над этой террасой есть другая высотой до 50 м над озером, тоже покрытая лёссом в 2—3 м мощностью. Вообще же в этих местах лёсс приурочен исключительно к побережьям озер и берегам рек. Следует отметить еще, что самая нижняя терраса на берегах Куку-нора, расположенная на высоте 4—5 м над средним уровнем озера, состоит из песков и галечника: лёсса здесь нет. Таким образом, очевидно, что «эолового» лёсса в этих местах в современную эпоху не образуется.

Минусинская котловина. О минусинских лёссовых породах Я. С. Эдельштейн (1931, стр. 29—30) сообщает: «К западу от Енисея лёссы и лессовидные карбонатные суглинки встречаются почти исключительно по долинам и склонам долин, и здесь повсюду устанавливается их тесная локальная, а вместе с тем, повидимому, и генетическая связь с аллювиальными отложениями». В минусинской котловине, в долине Енисея, «в разрезах вторых (надпойменных) террас весьма часто наблюдается постепенный и незаметный переход кверху речных слоистых песков в крайне мелкозернистые неслоистые карбонатные суглинки или супеси, тесная генетическая связь которых с подстилающим их субстратом наглядно устанавливается сама собою. Сплошь и рядом эти, накрывающие аллювиальные отложения и незаметно в них переходящие, образования приобретают и по цвету, и по консистенции, и по всему своему литологическому составу вид типичных лёссов» (см. также Эдельштейн, 1932, стр. 36; 1936, стр. 79—80).

Думается, что для речного аллювия мы привели достаточно примеров, показывающих, что он может превращаться в лессовидные породы и

в лёсс. Прибавим еще, что Chamberlin и Salisbury (1909, III, p. 409), сторонники ветровой гипотезы, приписывают лессовидным отложениям речных террас Миссисипи и Миссури аллювиальное происхождение.

В следующем разделе подробно описывается один из типов озерного аллювия, имеющего лессовидный облик.

ЛЕССОВИДНЫЕ ОЗЕРНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (ПРЕСНОВОДНЫЕ ИЗВЕСТКОВИСТЫЕ СУГЛИНКИ)

Одним из замечательных членов послетретичных отложений северной Украины являются пресноводные мергели или пресноводные известковистые суглинки, залегающие под мореной (Армашевский, 1903, стр. 213). Среди украинских геологов эти породы носят еще названия флювиогляциальных суглинков, пресноводного лёсса и лёсса. Как видим из этих обозначений, разнообразие мнений о способе происхождения интересующих нас образований громадное. Нужно сказать, что иногда суглинки эти, действительно, не отличимы от типичного лёсса.

По исследованиям Мирчинка (1923, стр. 26, 53; 1925, стр. 73 и сл.), свита подморенных известковистых суглинков Армашевского должна быть разбита на два горизонта: 1) верхний, содержащий валуны и состоящий в Черниговской области из слоистых лессовидных суглинков, а нередко и песков—это отложение предледниковых и подледниковых вод, и 2) нижний, отделенный от верхнего горизонтом ископаемой почвы; в нижнем горизонте, который, по мнению Мирчинка, «аналогичен лёссу и представляет из себя континентальное преимущественно субаэральное образование», нет валунов.

Однако Крокос (1927, стр. 216) не согласен с Мирчинком: «ознакомление с разрезами Мирчинка,—говорит он,—убеждает нас, что верхние горизонты известковых суглинков также должны быть отнесены к лёссу». Такого же мнения держится Лунгерсгаузен (1933).

Описываемые суглинки залегают как на плато, где их мощность составляет всего 2—3 м, так и в долинах, где мощность их может достигать 25 м. Иногда они ясно слоисты, иногда плитчатые, иногда совсем не слоисты. Вскипают с соляной кислотой и часто даже заключают журавчики. Цвет разнообразный: серовато-зеленый, серовато-желтый, иногда пестрый. Обладают способностью, как и лёсс, давать вертикальные обрывы. Петрографический, минералогический и палеонтологический характер полтавского лёсса и здешних пресноводных мергелей, по данным Агафопова (1894, стр. 194), совершенно одинаков. Нередко суглинки делаются настолько песчанистыми, что их обозначают как мергелистые супеси (бассейн средней Сулы); в горизонтальном направлении они иногда переходят в пески. Кверху суглинки местами тоже переходят в пески, местами в валунные суглинки. В северной Украине пресноводные суглинки замещаются сначала лессовидными суглинками и супесями (Черниговская область), а еще севернее—песками флювиогляциального происхождения (Мирчинка, 1927, стр. 14).

Все вышеприведенные особенности пресноводных суглинков, казалось бы, не оставляют сомнения в том, что перед нами флювиогляциальное образование. Для объяснения происхождения этих суглинков Гуров (1888) допускает, что во время наступания ледникового покрова «нынешние реки Псел с Хоролом и Сула с Удаем, не имевшие таких углубленных долин и русел, как в настоящее время, и подпираемые водами Днепра, разливались на обширные пространства в равнинной и плоской местности, образуя огромные пресноводные озера, в которых и совершалось отложение сильно

отмученного мергелистого осадка, отличающегося тонкой слоистостью, свойственной нынешним озерным и долинным образованиям».

Относительно верхней толщи пресноводных мергелей ни у кого не возникает сомнения, что это пресноводный осадок, отлагавшийся в стоячих водах. За это говорит нередкое нахождение в пресноводных мергелях — среди валунчиков гнейса, гранита, кварцита — пресноводных раковин (*Limnaea*, *Planorbis*, *Bithynia*, *Pisidium* и другие), причем самые нежные и тонкие из них лежат нередко в полной сохранности рядом с валунами, что свидетельствует о спокойном отложении этих осадков. Иногда в суглинках этих находятся совместно остатки водных и наземных моллюсков.

Как мы упоминали, верхний горизонт известковых суглинков, имеющих характер слоистых лессовидных суглинков, Мирчинк считает за осадок предледниковых и подледниковых вод. Но лежащим под этими суглинками точно таким же суглинкам, но лишенным валунчиков, тот же автор (1925, стр. 93, Полтавская область) приписывает ветровое происхождение: «в отложении их главную роль играл ветер, который приносил необходимый материал в виде пыли и откладывал ее на водоразделах. Отсюда она в свою очередь смылась на склоны и в долины и там затем перетекла — валась делювиальным и аллювиальным путем». С таким объяснением трудно согласиться, если принять во внимание способ образования выше лежащей слоистой лессовидной толщи.

Суглинки, подобные вышеописанным подморенным, встречаются на Украине и над мореной. Их тоже одни (Крокос, 1927) считают за ветровой лёсс, другие за водно-ледниковое образование.

Итак, не может возникнуть сомнения, что порода, аналогичная пресноводному известковистому суглинку, может, при соответственных условиях, путем почвообразовательных процессов и выветривания в сухом климате, превратиться в лёсс. Проследивая упомянутые лессовидные суглинки от Полтавской области к югу, Мирчинк (1925, стр. 89) наблюдал замещение их типичным лёссом.

Думается, мы привели достаточно доводов в пользу того, что аллювий как речной, так и озерный, может переходить в лессовидные породы и в лёсс.

ЛЕССОВИДНЫЕ ПОРОДЫ ИЗ СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ОСАДКОВ

Если речной и озерный аллювий может давать начало лёссу, то возникает вопрос: не могут ли солончатоводные и морские осадки, при соответственных условиях, превращаться в лессовидные породы? На это надо ответить положительно.

Ряд авторов описывает лессовидные каспийские отложения. Так, И. Мушкетов (1895, стр. 116) в низменной степи у подножия Ергеней наблюдал каспийские отложения (местами с осколками каспийских раковин), имеющие лессовидный характер. На р. Урале, около поселка Чаганского, недалеко от Уральска, на глинистых песках и песчаных глинах с каспийскими раковинами залегает бурый лессовидный песчаный суглинок, книзу слоистый, мощностью до 2 м, с мелкими раковинками каспийских моллюсков *Adacna plicata* и других (Православлев, 1913, стр. 593, ср. также стр. 574). На берегу Ахтубы (близ с. Безродного) в каспийской (хвалынской) песчаной лессовидной глине, внизу ясно слоистой, можно видеть каспийские раковины: *Adacna plicata*, *Didacna protrata*, *Monodacna caspia*, *Dreissena rostriformis* и другие (Православлев, 1908, стр. 165). Вообще покровные образования астраханского Заволжья Православлев

(1908, стр. 326) характеризует так: это светло-бурая с песком л е с с о в и д н а я г л и н а, лишенная явственной слоистости, в которой иногда можно встретить раковины верхнекаспийских моллюсков; «в типе это скорее всего элювиальные образования, тем более, что нередко удается наблюдать непосредственный переход их книзу в слоистые каспийские образования»¹.

S. Roth (1888, р. 434) находил в лёссе среднего и верхнего ярусов памировой формации Аргентины морские раковины вместе с остатками наземных млекопитающих².

Очевидно, солончатоводный и даже морской слоистый осадок, оказавшись на суше, может приобрести путем процессов выветривания и почвообразования лессовидный облик.

СВЯЗЬ ЛЁССА С РЕЧНЫМИ ДОЛИНАМИ

ОТЛОЖЕНИЕ МЕЛКОЗЕМИСТЫХ ОСАДКОВ В РАЗЛИВАХ

Если обратить внимание на весьма частую приуроченность лёсса к берегам рек, наблюдаемую как на юге европейской территории Союза, так и в Сибири, в Средней Азии, западной Европе и Америке, то нельзя не прийти к выводу, что связь эта не может быть случайной. Сама собой напрашивается мысль об озерно-речном происхождении материнской породы значительной части лёссов (Берг, 1914, стр. 4). В ледниковое время долины были загромождены флювио-гляциальными осадками, дно их располагалось выше, а с другой стороны реки несли значительно большее количество воды чем ныне. Поэтому полые воды должны были нести значительно большее количество воды чем в настоящее время и нередко покрывали водораздельные пространства. Как теперь в весеннее половодье заливаются поймы наших рек, так в ледниковое время покрывались водой в летнее время водоразделы. Отложение наносов шло по тому же типу, что и в поймах наших крупных рек равнины, и предполагать, чтобы эти разливы могли уничтожить все моренные и флювио-гляциальные отложения предыдущих эпох, как думали некоторые авторы, решительно нет никаких оснований. К. Глинка (1923, стр. 126), подробно исследовавший почвы, грунты и рельеф Воронежской области, писал по интересующему нас вопросу следующее:

«Нужно думать, что вскоре после отступления ледника речные долины, если они и были выработаны в доледниковый период, не могли быть особенно глубоки, так как их заносили осадки поддонной морены, частью флювио-гляциальные толщи. Так, например, водораздел Дон—Воронеж в пределах Воронежской губ. оказывается сложенным во всю ширину (4—5 км) мощной толщей флювио-гляциальных отложений (несколько десятков сажен). Очевидно, при таких условиях неглубокие долины предледниковых пространств не могли вмещать в себя всей той массы воды, которую доставляло подтаивание остановившегося ледника. Эта вода, особенно в летние периоды, выступала из берегов и затопляла огромные

¹ В нижнем Поволжье была еще другая эпоха лессобразования, приуроченная к более раннему времени, именно ко времени отложения ательского яруса, залегающего между хазарским внизу и хвалынским сверху. Ательские отложения нередко представлены лессовидными глинами и такими же суглинками, в нижних горизонтах содержащими раковины пресноводных моллюсков (Архангельский, 1928, стр. 129—130).

² Кстати отметим, что, по мнению этого автора (р. 428—429), лёсс Аргентины произошел на месте, путем преобразования пород при посредстве растительности—взгляд, близкий к нашим.

пространства водоразделов, где она, двигаясь медленно, отлагала тонко-зернистый материал, нивелировавший неровности водоразделов и слагавший в конечном итоге достаточно мощную толщу мелкозернистого наноса).

Таково же мнение и Гвоздецкого (1937, стр. 82), который считает всю Тамбово-Воронежскую (Дон-Воронежскую) низину за древнюю долину р. Воронежа и частью Дона. Абсолютная высота этой низины 150—180 м.

Изучение речных долин наших южных рек показало, что у края ледника в период его наступания существовали громадные речные разливы. Об этом говорит достигающая почти сотни километров по ширине третья терраса Днепра¹, в среднем его течении, прикрытая сверху мореной. О том же свидетельствует припятское Полесье, где область, занятая речными разливами, еще больше (Личков, 1928, 1928а).

Наконец, благодаря запрудам, образованным краем льда, должны были произойти изменения в гидрографии страны, повлекшие за собой возникновение обширных озер². К этому надо еще прибавить возможность эпигенетических колебаний в области отложения лёсса. Именно есть основания думать, что в области днепровского и донского ледниковых языков в ледниковое время (днепровское, иначе рисское) происходили опускания, сменившиеся потом поднятиями (С. Соболев, 1937). Об этом мы еще будем говорить дальше.

Итак, в речных полях и в озеровидных разливах откладывалась муть—результат отмучивания моренных суглинков (чем и объясняется близость лёсса к валунным суглинкам по минералогическому составу). Когда, с исчезновением ледникового покрова, гидрография страны приняла свой современный вид, богатый карбонатами ил, отложившийся на дне озер и в поймах, под влиянием выветривания и почвообразовательных процессов при наступившем теперь сухом климате, дал начало лесовидным суглинкам и лёссу.

Следует иметь в виду, что большие разливы, очевидно, происходили не каждый год. Отложенная муть, оставаясь на суходолах, могла годами подвергаться процессам выветривания, зарастать растительностью, заселяться наземной фауной, чтобы затем, спустя несколько лет или десятилетий, снова покрыться осадком из нового разлива.

ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ИЗЛОЖЕННЫХ СООБРАЖЕНИЙ

Н. И. Дмитриев (1936, стр. 59—60) считает невероятным, чтобы полые воды ледниковых рек заливали водоразделы. Однако в статье, напечатанной в следующем году (1937, стр. 226), Дмитриев сам признает, что в Поднепровье во время максимального оледенения ледниковые воды, в связи с подпруживанием рек, широко разливались и частью покрывали водоразделы. В другом месте (1939, стр. 239—240) тот же автор высказывает предположение, что в среднем Поднепровье водоразделы частью покрывались водою в результате образования озер от запруды в области порогов.

¹ По терминологии Личкова (1928) Дмитриев (1937, стр. 11) называет эту террасу пятой, или четвертой надлуговой.

² Хотя на юге европейской территории Союза течение рек направлено в сторону, обратную направлению движения отступающего ледника, благодаря чему условия для образования запруд были в общем менее благоприятны чем на севере, тем не менее очевидно, что все же таких условий было не мало, так как страна далеко не всюду имеет непрерывный уклон к Черному и Каспийскому морям.

Крокус полагает (1935, стр. 15, 22), что долина Ворсклы (Полтавская область) во время наступания «рисского» ледника только начинала образовываться и флювио-гляциальные воды, растекаясь по плато, достигали абсолютных высот по крайней мере в 140 м; но до Полтавы, где плато на абсолютной высоте 160 м, они, по мнению Крокуса, не достигали. Мы же допускаем возможность покрытия водою и точек, ныне находящихся на абсолютной высоте 160 м. Заморий (1935, стр. 109), исследовавший район от Ворсклы к востоку, держится того же мнения, что и Крокус: речные долины «рисской» ледниковой эпохи были значительно мельче, и рельеф был менее расчленен; в это время ледниковые воды заливали не только древние долины рек Ворсклы и Орчика, но и плато по крайней мере до абсолютной высоты в 135 м, докуда простираются флювио-гляциальные пески. А расположенный выше, на плато же, лёсс Заморий склонен считать за ветровой осадок.

До сих пор мы говорили о времени максимального распространения ледника в долине Днепра, т. е. о «рисской» эпохе.

Описывая аллювий верхней («бюрмской») надпойменной террасы рек Прилукского района, Москвитин (1933, стр. 256) пишет: «За время лёссовотложения не только мелкие лощины и долины, но и ложе Днепра сильно загрузилось наносами, повидимому, сравнявшими днепровскую пойму с верхней террасой, покрытой уже лёссом. Следствием этого было то, что при увеличении количества вод разливы Днепра достигли плоской равнины на северо-западе Прилукского округа», где абсолютные высоты 130—120 м.

Архангельский (1913, стр. 64, 90) полагает, что в бассейне Сейма «талые воды отступающего ледника должны были долгое время застаиваться на чрезвычайно ровных глинистых водораздельных пространствах». В эпоху отложения лёсса речных долин в их современном виде не существовало: на их месте располагались широкие, пологие ложбины, заполненные водно-ледниковыми отложениями (Архангельский).

По железнодорожной линии Орша—Ворожба, на водоразделе между Клевенью (приток Сейма) и Сеймом, к северу от Ворожбы, на абсолютной высоте около 170 м, «ледниковые образования имеют тонкий лесовидный характер, слабо слоисты, и им только изредка бывают подчинены пески с прослоями гравия» (Мирчинк, 1933 а, стр. 121). «Явственная слоистость этих образований, лесовидный их характер, однородность свидетельствуют, что они не могли быть отложены ледником как таковым и что они обязаны своим происхождением флювио-гляциальным потокам, которые их откладывали, медленно и постепенно отмучивая» (там же, стр. 164). Обращаем внимание на два обстоятельства: 1) на широкое распространение флювио-гляциальных суглинков на возвышенном водораздельном плато; место это находилось на краю ледника, причем долины Сейма и Клевени уже существовали (там же, стр. 165); 2) на лесовидный облик их.

Нужно, однако, сказать, что, как правило, более высокие водоразделы не покрыты лёссом (мы говорим теперь о южнорусском и украинском лёссе) (Берг, 1916, стр. 593). Иногда, действительно, водоразделы одеты лёссовым покровом (что служит в данном случае к опровержению делювиальной гипотезы). Но обычно высшие точки свободны от лёсса. Это, например, имеет место в б. Кролевецком уезде Черниговской области (Порубиновский, 1914, стр. 89), а также в бывших Новгород-Северском, Новозыбковском и Мглинском уездах (Афанасьев, 1914, стр. 130). В Волыни столовые вершины Варковичского (275—300 м абсолютной высоты), Збытнинского (300—320 м) и Кременецкого (350—400 м) плато лишены лёсса, который, однако, имеется на окружающих эти возвы-

шенности низинах (Ласкарев, 1914, стр. 707)—факт, с точки зрения ветровой гипотезы необъяснимый.

В Западной Сибири центральные части междуречных водораздельных пространств тоже не покрыты лёссом или лессовидными породами (Горшенин, 1927).

Лессовидные суглинки по Оке и Клязьме приурочены к прибрежным полосам шириной от 5 до 20 км, на главных же водоразделах выступают непосредственно на поверхность моренные наносы (Сибирцев, 1896, стр. 205).

Тщательное картирование лёссового покрова Украины, произведенное с учетом рельефа Бондарчуком (1938), показало, что мощность здешнего лёсса стоит в зависимости от современного рельефа: в пониженных местах лёссовый покров достигает наибольшей мощности, на высоких местах он тонок, «на основных же водораздельных плато лёссовый покров отсутствует или замещен лессовидными делювиальными суглинками» (стр. 45), чего и следовало ожидать, если материнская порода лёсса есть флювио-гляциальное отложение.

Озерно-речное или флювио-гляциальное происхождение материнской породы лёсса является, конечно, не единственно обязательным: всякая другая порода, более или менее однородного механического состава, при подходящих условиях, может, как мы говорили, дать начало лессовидным породам и лёссу. Но озерно-речные отложения ледниковой эпохи преимущественно могли быть первоисточником лёсса. В доказательство можно привести: 1) весьма частую приуроченность лёсса к берегам рек (см. стр. 205), 2) весьма нередкое непокрытие водоразделов лёссом (см. выше), 3) увеличение песчаности в лёссах по мере приближения к рекам (стр. 208), 4) доказанную возможность превращения речного и озерного аллювия в лёсс (стр. 196), 5) следы слоистости, а нередко и явную слоистость лёсса (стр. 178), 6) нередкое подстиление лёсса песками или постепенный переход в подстилающие пески или постепенное поглубение, с глубиной, механического состава или переслаивание (особенно в предгорьях) с песками и галечниками, 7) характер гумусовых горизонтов, 8) фауну лёсса (см. ниже).

Все предыдущее относится к лёссу в коренном залегании, т. е. к залегающему не на склонах, ибо лёсс склонов есть делювиальное образование.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЁССА И РАССТОЯНИЕ ОТ ДОЛИН

Своеобразные отношения, какие существуют между механическим составом лёсса и расстоянием от берегов крупных рек, с неопровержимостью говорят о том, что значительная часть материнских пород восточно-европейских лёссов и в частности украинских водораздельных лёссов есть не ветровое, а водное отложение, притом отложение из текучих вод. Именно, оказывается, что в непосредственном соседстве с долиной залегают пески или песчаные лёссы (лессовидные пески) или во всяком случае породы сравнительно грубого сложения, а по мере удаления от рек покровные породы становятся все более и более тонкозернистыми (Берг, 1926, стр. 12; 1929, стр. 336).

Эта особенность, закономерно повторяющаяся на многих больших реках на Украине, в Поволжье, Западной Сибири, в Средней Азии и на Кавказе, может быть объяснена только тем, что материал, давший начало лёссу, был принесен рекой, которая отлагала поближе грубый, песчаный материал, а подальше—тонкозернистый, глинистый. Приведем несколько примеров.

Бассейн Днестра. В Орловской области чем далее к востоку от Десны, тем количество глины (физической), т. е. частиц менее 0.01 мм диаметром, в лёссах становится больше (Фрейберг и Румницкий, 1910). Такое же явление наблюдается по Десне и в Новгород-Северском районе (Афанасьев, 1914, стр. 127, 133)¹. Это обстоятельство, а также ряд других заставляют Афанасьева (1914, стр. 129 и сл.) высказать предположение об аллювиальном происхождении новгород-северского лёсса. Подобным образом в Киевской области по мере удаления от Днестра (и вместе с тем от днепровского ледникового языка) на запад лёсс становится более глинистым (Флоров, 1916, стр. 6—7):

	Физической глины, в %	Средние из скольких определений
Между Днестром и р. Тясмином	17	4
» Тясмином и линией Шпола—Корсунь	29,5	7
» линией Шпола—Корсунь и Гнилым Тикичем	37	20
Между Гнилым Тикичем и Горным Тикичем	38,5	21
» Горным Тикичем и линией Княжа Криница—Юстин Город	39	68
Между линией Княжа Криница—Юстин Го- род и городом Липовцем	40	37

Все названные пункты расположены с востока на запад.

Точно такая же картина и на правобережье нижнего Днестра: с приближением к Днестру лёссы становятся более песчанистыми. Среднее количество кремнезема в верхних (а также и нижних) горизонтах лёсса в бассейне Днестра уменьшается по мере удаления от берега (Крокос, 1924, стр. 30):

Херсон, 1 км от Днестра	82% SiO ₂
Белозерка, 6 км от Днестра	79 »
Колонтаевка, 26 км от Днестра	83 »
Ивановка, 30 км от Днестра	78 »
Адзамка, 85 км от Днестра	72 »

Такая же закономерность наблюдается и на правобережье Днестра в районе Днепрогостроя; здесь ближе к Днестру лессовидные породы становятся более песчанистыми чем на водоразделах (Саваренский, 1932, стр. 177). Крокос в свое время (1924) объяснял это явление тем, что «во время наведения с севера лёссовой пыли к ней примешивался материал, доставляемый ветрами, дувшими со стороны днепровской долины», т. е. в о с т о ч н ы м и. Это объяснение, очевидно, несостоятельно, ибо для объяснения оглинения левобережного лёсса по мере удаления от реки пришлось бы прибегнуть к гипотезе западных ветров. Такое именно предположение (о западных ветрах) выдвинул Мирчинк (1925, стр. 148) для объяснения интересующих нас явлений на левобережье Десны.

Кубань и Волга. Лессовидные суглинки бассейна Кубани, о которых мы уже упоминали, образуют песчаные (легкие) разности у берегов рек (Кубани и Лабы), а дальше от берегов—глинистые (тяжелые)².

Сыртовые глины среднего Заволжья, имеющие лессовидный облик, по наблюдениям Неуструева, делаются по мере приближения к Волге бо-

¹ Ср. подобные же наблюдения Набоких (1914, стр. 9) в Харьковской области между Ворсклой—Ворсклицей и главным водоразделом Днепр—Дон.

² См. также Ларин и Тихомирова, 1927, стр. 20—21 (р. Деркул у Уральска).

¹⁴ Климат и жизнь.

лее песчанистыми (Неуструев и Бессонов, 1909, стр. 94, 125—126). На некотором же расстоянии от Еолги сырты (т. е. междуречные увалы) слагаются уже неслоистыми бурыми глинами, которые не поднимаются выше 170—180 м абсолютной высоты. Сыртовые пески, развитые по левобережью Еолги, «отложены, вероятно, в текучей воде древней реки на месте нынешней Волги» (стр. 126).

Реки Сибири. В черноземной полосе Западной Сибири описываемое явление наблюдается повсеместно. Вдоль Тобола и Ишима развиты покровные породы суглинистого состава, а на водоразделах—глинистого (Горшенин, 1927, стр. 36). На водоразделе между Ишимом и Иртышом мы видим такое явление: в сторону от рек материнские породы быстро оглиниваются, превращаясь в суглинки и глины. Не доходя 10—15 км до Иртыша, породы снова опесчаниваются, переходя в прииртышскую легко-суглинистую полосу. В нижеследующей таблице дан механический состав (по Горшенину, 1927, стр. 36) материнских пород, начиная от Иртыша близ Омска (Омск расположен на правом берегу Иртыша) и на восток:

	>1 мм	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01 мм
Близ Иртыша . .	4,4	27,3	31,2	17,8	19,3%
1,5 км от Иртыша	4,2	4,5	25,3	31,6	37,2
7,5 км от Иртыша	—	2,2	20,8	26,0	52,0
49 км от Иртыша	—	0,5	8,7	30,2	60,4

Из этой таблицы прекрасно видно, как по мере удаления от Иртыша количество глины, т. е. частиц менее 0,01 мм диаметром, в покровной породе увеличивается. Еще далее на востоке развиты глинистые породы.

Точно такие же наблюдения у Омска были сделаны еще ранее Неуструевым (1925, стр. 8, 11). Он объяснял нахождение легко суглинистых и даже супесчаных почв в виде узкой полосы по обе стороны Иртыша как следствие отложения здесь в ледниковое время речных осадков, считая эти породы следом древней верхней террасы (лежащей выше надпойменной). Подобным образом и на р. Томи у Томска на плато почвы, прилегающие к реке, обогащены песком—по сравнению с местами, удаленными от Томи (Неуструев, 1925, стр. 15); и здесь Неуструев предполагает наличие террасы. Однако на там, ни здесь в рельефе соответственная терраса не выражена, и «верхней террасой» является сама поверхность междуречного плато. Возможно поэтому, что плато это в ледниковое время в значительной части затоплялось ледниково-речными водами.

Еще одно любопытное явление обнаруживается в механическом составе покровных пород в черноземной полосе Западносибирской равнины: как на ишим-иртышском, так и на иртыш-обском водоразделах наблюдается опесчанивание покровных пород по мере движения к югу; наибольшее опесчанивание можно видеть в б. Славгородском и в южной части б. Павлодарского уездов—уже вне пределов черноземной полосы. В южной же части б. Павлодарского уезда материнские породы становятся хрящеватыми (Горшенин, стр. 40). Причину можно видеть в том, что породы Прииртышья были отложены в ледниковое время потоками, спускавшимися с ледяных покровов Алтая. Неуструев тоже задавался вопросом, продуктом деятельности какого ледника являются лессовидные глины При-

иртышья—северносибирского или алтайского (Неуструев, 1925, стр. 21). Покойный почвовед склонялся на сторону алтайского происхождения упомянутых лессовидных пород, основываясь на том, что они на юге примыкают к предгорьям Алтая, тогда как к северу от лессовидных суглинков в Западной Сибири залегают задровые, песчаные бескарбонатные отложения. Исходя из других соображений, именно из увеличения песчаности упомянутых покровных пород к югу, мы пришли к тому же выводу: материнские породы лессовидных суглинков Прииртышья принесены с Алтая.

На левом берегу Кети механический состав пород делается более тяжелым по мере удаления от реки к водоразделу: пески, расположенные вдоль реки, сменяются супесями, а дальше суглинками—лессовидными и тяжелыми (И. Смирнов, 1928, стр. 23).

Плато между Леной и Амгой сложено тяжелыми и легкими лессовидными суглинками. По мере приближения к реке «суглинок приобретает характер очень легкой мелкопесчанистой породы, переходящей в супесь и постепенно сливающейся с приленскими песчаными и супесчаными наносами» (Красюк, 1927, стр. 114; ср. также стр. 67 и 20-верстную карту). В бассейне Тюнга, левого притока Вилюя, развиты лессовидные суглинки; поблизости рек суглинок имеет грубое строение, подальше от реки он становится более глинистым (Благовидов, 1935).

Сыр-дарья и другие реки. Связь лёсса с речной долиной можно наблюдать и в бассейне Сыр-дарьи. Если посмотреть на карту прилегающей к Сыр-дарье части Голодной степи, составленную Димо (1910), то можно убедиться, что ближе к пойме Сыр-дарьи залегают супеси и легкие суглинки, а подальше тяжелые, глинистые почвы. Та же картина повторяется и на правом берегу Сыр-дарьи, между этой рекой и Ташкентом (Толстухин, 1929, стр. 258). То же справедливо и для рек севернокитайской низменности (Willis, 1907, I, p. 204).

Прибавим еще, что лёссы, занимающие верхушки береговых обрывов по Миссисипи и Миссури, довольно грубы, но по мере удаления от реки делаются более глинистыми (Chamberlin and Salisbury, 1909, III, p. 409; Grabau, 1913, p. 567, по G. F. Wright, 1904).

Выводы. Имея в виду некоторые из сейчас отмеченных фактов, я еще в 1916 году (стр. 616) писал: «В эпоху существования ледника речные долины должны были нести значительно большее количество воды, чем ныне; полные воды разливались на несравненно более обширных площадях, чем в настоящее время и нередко покрывали и водоразделы»¹.

Итак, на водораздельном (междуречном) плато, по мере приближения к реке, лёссы и лессовидные породы становятся более песчанистыми. А лёссы террас более песчанисты, чем лёссы плато, как это хорошо известно для Днепра и его бассейна.

Стало быть, распределение механического состава грунтов на водоразделах ближе к долине и вдали от нее таково, что оно может быть понято

¹ По этому поводу В. А. Обручев (1932, p. 307) говорит: полные воды имеют большую скорость течения и потому переносят более грубый материал; поэтому лёссы на заливаемых водоразделах должны были быть песчаннее, чем поблизости рек, где материал отлагается из более медленно текущих вод и где он должен быть песчанистее. С приведенным мнением невозможно согласиться. Какова бы ни была скорость течения, полные воды отлагают более грубый материал ближе к реке, а более тонкий—дальше от реки. Как известно, поймы наших рек разделяются на три полосы, вытянутые вдоль течения реки: 1) песчаную прибрежную (ближайшую к руслу), 2) суглинистую среднюю и 3) глинистую, наиболее удаленную от русла, или приматериковую (притеррасную). См. об этом: Берг, 1936, стр. 200, 208.

только исходя из предположения о водном, аллювиальном происхождении материнских пород рассматриваемых лёссовых и лессовидных грунтов. Ветровая же гипотеза совершенно не в состоянии объяснить этих фактов.

Правда, сторонники ветровой гипотезы, как мы видели, считают, что песок заносился на плато ветрами, дувшими из долины. Нужно, однако, сказать, что так как в долинах рек дуют разнообразные ветры, то они должны были бы перегонять этот песок из стороны в сторону и никак не могли бы создать такого явления, когда и по правую и по левую стороны от реки механический состав, по мере удаления от реки, закономерно становится более тонким. Поэтому предположения В. А. Обручева (1932, р. 308) отпадают. Кроме того, как указывает С. Соболев (1935, стр. 598), во время отложения верхнего яруса лёсса первая надлуговая (боровая), песчаная, терраса Днепра была под водой, так что и песку неоткуда было навеваться. Вот пример. Заморий (1935, стр. 90) склонен объяснять песчаность лёсса на второй надлуговой террасе р. Ворсклы (здесь один горизонт лёсса, относимый к «верхнеюрмскому» времени) тем, что на эту террасу, во время отложения лёсса, навевался песок с первой надлуговой (т. е. песчаной) террасы. Однако, по данным Замория (стр. 111), во время образования лёсса на теперешней второй надлуговой террасе Ворсклы первой надлуговой террасы еще не существовало.

ЗАЛЕГАНИЕ ЛЁССА И КОЛЕБАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Колебания земной поверхности в состоянии объяснить природу и геологическое распространение лёсса.

Ляйель, 1862.

Особенности вертикального распространения лёссов и лессовидных пород не могут быть объяснены без принятия эпигенетических колебаний земной коры—поднятий и опусканий. Как только мы остановим наше внимание на этих явлениях, сейчас же станут ясными многие темные стороны четвертичной истории лёссовых районов.

Лёсс на Донецком кряже. Н. И. Дмитриев (1936, стр. 59) полагает, что согласно моей теории следовало бы ожидать покрытия ледниковыми водами высших точек Донецкого кряжа, где имеется лёсс. Вопрос о лёссах Донецкого кряжа заслуживает того, чтобы на нем остановиться. Согласно описанию Махова (1926, стр. 4) лёсс сплошь покрывает платообразную поверхность Донецкого кряжа, начинаясь несколько восточнее Дебальцева и простираясь до ст. Провалье и восточнее; таким образом лёсс занимает высшие точки кряжа, 300—369 м. Мощность лёсса на водоразделе Ольховая—Луганчик достигает, считая с почвой, 9,5 м¹; лёсс здесь двуярусный. По мнению Махова, сторонника ветровой гипотезы, такое положение лёссового покрова исключает возможность водного происхождения: «совершенно невероятно, чтобы водные струи могли отложить эту породу на узком хребте—вершине кряжа в 1—3 км шириной, протяжением около 120 км, притом возвышающемся на 350 м и более над уровнем моря и на 200 м над ближайшими к нему равнинами» (стр. 5)². Равным образом Биленко (1935) установил в районе своих исследований (западная часть Донецкого кряжа) наличие лёсса на участке Никитовка—Дебальцево и на плато

¹ Впрочем, С. Соболев (1927, стр. 560; 1939, стр. 24—25) указывает для Донецкого кряжа мощность лёсса всего в 1,5—2 м.

² Махов (I. c.) говорит, что ему нигде на Донецком кряже не приходилось наблюдать, чтобы рыхлые суглинистые продукты выветривания местных пород приобрели лессовидный характер. Но приведенные нами выше (стр. 174), данные Лавренко (1930) показывают иное. Ср. также наблюдения Биленко, 1935, стр. 54.

Ясиноватой. Однако Бондарчук (1938, стр. 42) на своей карте четвертичных отложений Украины всю повышенную часть Донецкого бассейна (на запад до Артемовска, на север до Северного Донца) обозначает как область элювиально-делювиальных отложений—равно как и возвышенные места по Приднестровью.

Как бы то ни было, еще в 1927 году я, ссылаясь на мнение С. С. Неуструева, указал¹, что Донецкий кряж в самое последнее время, уже после отложения лёсса, испытал поднятие. Это предположение нашло себе подтверждение в работах С. Соболева (1937, стр. 328, карта на стр. 323; 1937а, стр. 580, см. также карту; 1937 б, стр. 550; 1939, стр. 15 и карта), который на основании изучения геоморфологии современных долин пришел к заключению, что Донецкий кряж в течение четвертичного периода испытал поднятие на 170—180 м. Поднялось также Приднестровье, где наиболее высокие водораздельные плато совершенно лишены лёсса; основываясь на глубине речных долин, С. Соболев (1937б, стр. 555) оценивает поднятие Приднестровья в 200—220 м².

Равным образом и в Германии лёсс идет вверх всего лишь до 300—400 м абсолютной высоты, и, например, Миттельгебирге совершенно лишены лёсса, что с точки зрения эоловой гипотезы непонятно, ибо пыль, как известно, может подниматься воздушными течениями до очень больших высот (например, в Тянь-шане).

Лёсс Китая. Willis (1907) говорит, что в горных местах северного Китая лёсс так причудливо распространен, что здесь не только аллювиальная, но и ветровая гипотезы нередко становятся втупик. Очевидно, в данном случае для объяснения необходимо привлечь колебания земной коры.

Наличие перед устьями Хуан-хэ и Ян-цзы-цзяна подводных долин (Г. У. Линдберг, Изв. Геогр. общ. 1946, № 3) говорит о том, что некогда базис эрозии этих рек был значительно ниже чем теперь. Тогда-то и подверглись усиленной эрозии лёссовые ландшафты северного Китая³. А до этого реки текли на более высоком уровне и имели возможность отлагать свой аллювий в таких местах, куда теперь вода далеко не достигает.

Willis (1907) также принимает для северного Китая значительные тектонические движения в четвертичное время; севернокитайская низменность, по его мнению, образовалась в результате сравнительно недавних опусканий (возвышенности Шань-дуна представляют собою горст; 1907, I, р. 82—83).

Вряд ли можно сомневаться, говорит авторитетный китайский геолог Ли (J. Lee, 1939, р. 206), что высокогорья западного Китая испытали в недавнее геологическое время значительное поднятие по отношению к соседним низинам.

Заключение. Вообще нередко можно наблюдать такую картину. Лёсс, материнская порода которого, как можно думать, аллювиального (а не делювиального) происхождения, залегает на таких уровнях, где он при современных условиях рельефа не мог быть отложен водой. В этих случаях всегда следует подозревать наличие недавних эпигенетических поднятий. Примеры Донецкого кряжа, Приднестровья, а также Китая

¹ «Почвоведение», 1927, № 2, стр. 33.

² О поднятии Приднестровья см. также Мирчинк, 1933, стр. 156 и карту на стр. 155.

³ Barbour (1930, р. 466—467) также признает омоложение речной сети в Китае, но считает, что это обстоятельство стоит в связи преимущественно с изменением климатических условий в сторону большей влажности, каковая отличает современную эпоху.

в этом отношении весьма поучительны. Напомним, что наличие недавних перемещений земной коры в лёссовых областях советской Средней Азии в настоящее время никем не оспаривается (см., например, данные Вебера, 1934, стр. 238—239, относительно южной окраины Ферганы).

ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОКРОВНЫХ ПОРОД

По мере движения с севера на юг, в полосе северной черноземной границы, типичный глетчерный дилувий (краснобурые грубые глины и пр.) делается все более и чаще лессовидным, количество валунов и их размеры уменьшаются, глины становятся рыхлее, пористее, содержание углеселей и выветрелых пеолитных частей увеличивается, краснобурый цвет слабеет, и лессовидный суглинок постепенно переходит, конечно, местами, в типичный пористый, светло-желтый лёсс.

Докучаев. Наши степи прежде и теперь, 1892.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ

Почвенные, а в соответствии с ними и географические (ландшафтные) зоны восточной Европы располагаются, как известно, зонально: подвигаясь с юга на север, мы постепенно от каштановых почв переходим к черноземам, деградированным черноземам и подзолистым почвам. Но замечательно, что и на подпочвах рассматриваемой области тоже можно усмотреть известного рода зональность,—правда, несколько иного типа, чем зональность поверхностных пород (Берг, 1928).

Прежде всего в грубых чертах—на юге мы имеем лёссы, на севере моренные отложения. Если более детально рассмотреть распространение лёсса на Украине, то мы увидим следующее (Махов, 1924)¹.

1. На самом юге залегает глинистый лёсс, заключающий свыше 50% физической глины, т. е. частиц менее 0,01 мм диаметром; кремнезема около 65%.

2. Севернее, но еще вне области оледенения, мы находим углинистый лёсс, заключающий 50—35% физической глины; кремнезема до 70%.

3. Наконец, в области оледенения располагается супесчаный или слегка суглинистый лёсс, заключающий 25—20%, а на юге до 35% физической глины; кремнезема до 82% (северный край сплошного распространения лёсса идет по линии Шепетовка—Житомир—Киев—Нежин—Глухов).

Мирчинк (1928а, стр. 29, см. также карту) обращает внимание на следующее обстоятельство: как по Днепру, так и по Волге, по мере движения от верховьев вниз, покровные террасовые породы становятся более тяжелыми: пески верховьев Днепра вниз по Днепру, ниже Киева, замещаются лессовидными супесями и супесчаными лёссами, которым Мирчинк приписывает аллювиальное происхождение; подобным образом пески Поволжья замещаются, на левобережье Волги ниже устья Камы, более глинистыми породами, которые Мирчинк предположительно рассматривает как террасовые образования Волги.

Приведем одно из данных Флорова (1916, стр. 6): на самом юге Киевской области, в Уманском районе лёсс заключает в среднем 41% глинистых

¹ Ср. также Набоких, 1911, стр. 238—239; Флоров, 1916; Красюк, 1922, стр. 89—90 (подольские лёссы более глинисты чем волынские; на юге Подолья более глинисты чем на севере); Крокос, 1927, стр. 221; карта Мирчинка 1928а; Морозов, 1932, стр. 236.

частиц (т. е. частиц диаметром менее 0,01 мм), тогда как севернее лёсс становится более грубым. Постепенное огрубение грунтов в Украине по мере передвижения с юга на север хорошо видно на карте С. Соболева (1935).

К северу за полосой лёсса следует область распространения покровных глин и лессовидных суглинков; эти лессовидные породы на юге постепенно переходят в лёсс, о них подробно будет сказано ниже. За областью покровных глин и лессовидных суглинков, к северу, располагается область покровных супесей. Эти супеси, начиная примерно от широты Вологды и Вятки, идут, как указывает Красюк (1925, стр. 10—11), далеко на север, до Канинской тундры. Залегая непосредственно на моренном суглинке, покровная супесь имеет мощность в среднем в 45—60 см; иногда она сходит на-нет, обнажая моренный суглинок, иногда же достигает мощности в 1 м и более, причем становится более глинистой. Валун в покровной супеси или совсем нет, или очень мало. От нижележащего валунного суглинка покровная супесь отделена резко. Высокие моренные холмы лишены покрова этой супеси. Поблизости рек супесь переходит в песок—подобно тому как и украинский лёсс с приближением к Днепру становится грубее, песчаннее (см. выше, стр. 208—212).

Можно думать, говорит Красюк (1925), что «покровная супесь отложилась из каких-то едных потоков, наводнявших страну после исчезнувшего ледникового покрова». Как указывает сейчас упомянутый автор, нельзя считать покровную супесь за производное (например, за элювий) моренного суглинка: они отделены друг от друга резкой границей, не говоря уже о различиях в петрографическом, механическом и химическом составе. К этому прибавим, что в верхней части моренного суглинка, на контакте с покровной супесью, можно наблюдать второй оподзоленный горизонт¹.

Словом, покровная супесь аналогична лессовидным суглинкам на морене или лёссам на морене.

Обсуждая распространение покровных и лессовидных суглинков на площади 43 листа (Можайск—Духовщина—Калинин—Торопец), Хименков (1934, стр. 147) обращает внимание на то, что эти породы нередко стоят в тесной связи с моренными образованиями: многие из конечных морен с внешней стороны окаймлены лентой песчаных пространств («зандрь»), за которыми располагаются водораздельные покровные суглинки и лессовидные породы. При этом в переходной полосе, между песками и суглинками, последние гораздо более грубозернисты чем на периферии. Таким образом здесь «наблюдается определенная концентрическая зональность в расположении различных поверхностных ледниковых образований. Невольно напрашивается заключение, что те процессы, какие вызвали значительное накопление моренного материала и образование конечно-моренных и моренных ландшафтов, привели к образованию и зандровых полей и примыкающих к ним площадей, одетых водораздельными суглинками» (Хименков, 1. с.). По мнению Хименкова, основной материал, из которого в конце концов получились покровные суглинки, образовался флювио-гляциальным путем.

Если покровную супесь или материнскую породу лессовидного суглинка следует рассматривать как отложение талых ледниковых вод, то такое же происхождение надо приписать и материнским породам лёссов. Материнские породы лёссов это один из членов водно-ледниковых (флювио-гляциальных) осадков, и именно член наиболее мелкоземистый, отложившийся на-

¹ Красюк, 1925, стр. 18. Первый оподзоленный горизонт—это покровная супесь.

более далеко на юге. Последовательность, зональность водно-ледниковых отложений в общих чертах с севера на юг такова:

Покровные супеси.
Лессовидные суглинки и покровные
глины.
Лёссы супесчаные.
Лёссы суглинистые.
Лёссы глинистые.

Если покровные супеси севера отложились из талых вод ледника, то ничто не препятствует нам рассматривать, как это вслед за нами делает и Крокос (1933, 1934), также материнские породы украинских лёссов за подобный же водно-ледниковый осадок. За это говорит, между прочим, и вышеуказанное изменение механического состава лёсса в сторону большей глинистости—по мере движения к югу. Очевидно, талые воды на севере лёссовой области отлагали грубый материал, а южнее—тонкий.

Как правило, лёссы залегают к югу от области развития лессовидных суглинков. В связи с постепенно увеличивающейся сухостью воздуха и с большей древностью порода приобретает все более и более ясно выраженный лёссовый облик.

Относительно орловских лёссовых пород А. Иванов (1925, стр. 35) говорит: «Суглинки моренной области и лёссы орловские параллельны друг другу и геологически: т. е. лёсс представляет собою местный вариант северных суглинков как отложение из тех же последних талых вод ледника. По моим наблюдениям, например [лессовидный] суглинок окрестностей города Каширы неотличим от лёсса у ст. Поньри».

Указывая на зональность покровных пород—лёссов, лессовидных суглинков и покровных супесей,—мы этим, однако, не хотим сказать, что все они хронологически относятся к одному и тому же оледенению или вообще осадки одновременные. Нас интересовала в данном случае полная аналогия между способом образования покровных супесей, лессовидных суглинков и лёссов. Вопрос же о синхронизации этих отложений требует дальнейших исследований. Если относительно лёссов и лессовидных суглинков мы знаем, что они в горизонтальном направлении нечувствительно переходят один в другой, то об отношениях покровных супесей к лессовидным суглинкам мало что известно. Красюк (1925, стр. 41) указывает, что иногда покровные суглинки налегают на лессовидные породы.

Как бы то ни было, аналогия в способе образования материнских пород покровных супесей, лессовидных суглинков и лёссов не может не бросаться в глаза. Поэтому отпадает возможность объяснения зональности путем ветровой сортировки: нельзя сказать, что лёссы на юге Украины более глинисты потому, что ветер уносил из области развевания тонкие частицы дальше всего к югу, ибо где же лежит «область развевания» для лессовидных суглинков и покровных супесей? Этим последним породам ведь невозможно приписать ветровое происхождение.

В Германии зональность лёссовых пород не может быть ясно выражена, ибо здесь отложение материнских пород происходило и со стороны севера (великое оледенение равнин) и со стороны юга, в связи с оледенением Альп. Однако при детальном изучении небольших территорий можно подметить известного рода зональность. На карте распространения лёссов и лессовидных пород в Саксонии (Grahmann, 1932, карта III) видно, что на севере, в районе Лейпцига, залегают маломощные песчаные лёссы (Sandlöss), южнее идут такие же маломощные лессовидные суглинки, а еще южнее—типичные лёссы (ср. также Sauer, 1889, p. 341).

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЛЁССОВ

Но лёссы показывают зональность не только в горизонтальном, но и в вертикальном распространении. Так, в районе Андижана, где лёссовый покров одевает поверхность, начиная с равнин (450—500 м абсолютной высоты) и кончая высотами около 3 000 м, согласно данным Неуструева (1912, стр. 143), можно отличить: 1) лёсс равнин, 2) лёсс низких предгорий или адыров, 3) лёсс высоких предгорий (1 900—2 500 м), где среди карбонатных лессовидных пород встречаются более глинистые разности (в Алайской долине лессовидные суглинки встречаются на высоте около 3 000 м; Неуструев, 1914, стр. 278), 4) глинисто-щебенчатые наносы, заменяющие лёсс на еще больших высотах и весьма напоминающие конечные морены современных и древних ледников.

Следует иметь в виду, что горные лёссы Тянь-шаня и Памиро-Алая, подобно равнинным, образовались не в современную эпоху, а в предыдущую, более сухую, когда горы до высот в 3 000 м были сплошь покрыты степью. Так, например, в районе Оша, между реками Талдыком и Гульчинкой, на высотах 1 500—2 500 м типичные лёссы с поверхности выщелочены и превращены в мощные темноцветные черноземовидные почвы, покрытые лугово-степной растительностью (Неуструев, 1914, стр. 272).

АНАЛОГИ ЛЁССА

ВОЗМОЖНО ЛИ ОТЛИЧИТЬ ТИПИЧНЫЕ ЛЁСсы ОТ НЕТИПИЧНЫХ?

Многие, как мы говорили, полагают, что сначала следует установить понятие т и п и ч н о г о лёсса, и тогда лёссовая проблема легко разрешится: типичный лёсс будет эолового происхождения, а не типичный—образовался каким-то другим способом.

Но все затруднение в том, что сказать, что такое типичный лёсс—невозможно. Типичный лёсс связан неуловимыми переходами с не типичным. Ни по способу происхождения, ни по текстуре, ни по механическому, химическому и петрографическому составу, ни по мощности, ни по залеганию, ни по географическому распространению невозможно провести границу между типичными лёссами и лессовидными породами. Из множества примеров приведем один.

В районе Горок Могилевской области лёсс представляет собой толщу тяжелого суглинка мощностью около 10 м; лёсс типичен, в нижних частях отчетливо слоист, подстилается погребенными болотистыми почвами, реже торфяными образованиями. По направлению к Смоленску нижние участки лёсса становятся песчанистыми, переслаиваются с песком, а потом переходят в слоистый песок; верхняя же толща лёсса уменьшается в мощности, делается более песчанистой и таким образом постепенно переходит в лессовидный суглинок, широко развитый во всей Смоленской области (Афанасьев, 1924, стр. 141, 152).

Те же самые отложения одни авторы считают за лёсс, другие за лессовидные породы. Так, подпочвы северо-восточной Украины (Харьков—Старобельск и восточнее) современные украинские геологи признают за лёсс (Заморий, 1935; Бондарчук, 1938, стр. 42), Мирчинк (1928а, карта)—за покровные глины, а Герасимов и Марков (1939, стр. 288)—за лессовидные породы.

Как различно определяют одни и те же породы разные авторы, видно из следующего примера. На надлуговой террасе р. Удай, притока Сулы, Крокос (1927, стр. 95), тогда сторонник ветровой гипотезы, описывает

под почвой с у п е с ч а н ы й л ё с с, ниже 175 см с прослойками дюнного песка; лёсс этот, — понятно, «эолового» происхождения, — на глубине 587 см подстилается аллювиальными песками с обломками пресноводных раковин. Тот же самый разрез Москвитин (1933, стр. 262), сторонник той же гипотезы, толкует иначе: то, что Крокос называет эоловым лёссом, на самом деле есть древний, «вюрмский» аллювий р. Уда; это не лёсс, а п е с ч а н ы й л ё с с о в и д н ы й с у г л и н о к, уже с глубины 115 см с прослойками песка и переходящий в супесь, внизу более грубую, также с прослойками песка. Весьма удивительно далее читать у ярого сторонника ветровой гипотезы такую тираду: «Крокос называет эти суглинки и супеси с прослойками песка и очевидным переходом в речные пески лёссом и, чтобы выявить его «эоловое» происхождение, прослой песка в нем — «прослоями дюнного песка». Натянутость и предвзятость такого описания совершенно очевидна и только лишний раз подчеркивает произвольность употребления термина лёсс».

Как бы то ни было, весьма знаменательно от эолиста слышать, что аллювий может быть лессовидным (ср. также у того же автора стр. 129, где аллювиальные отложения надпойменной террасы р. Уда вообще причисляются к лессовидным породам — суглинкам, супесям и пескам).

ЛЕССОВИДНЫЕ СУГЛИНКИ

Как уже выше изложено, с точки зрения развитых нами взглядов на происхождение лёсса следует ожидать, что к северу от зоны типичного лёсса мы в восточной Европе встретим зону, где лёсс будет менее карбонатен вследствие большей влажности климата и выщелоченности, более грубозернист вследствие того, что тонкие частицы уносились подледниковыми водами к югу, более ясно слоист по причине своей сравнительной молодости. И действительно, в средней и частью в северной части европейской территории СССР имеется полоса безвалунных или почти безвалунных суглинков, идущих на север, до бассейнов рек Онеги, Северной Двины и Печоры.

Авторы, описывавшие эти суглинки, обычно не приписывают им ветрового происхождения. Между тем породы эти географически связаны совершенно незаметными переходами с типичным украинским лёссом. И может считаться несомненным, что раз лёссам приписывают ветровое происхождение, то и лессовидные суглинки должны были получиться ветровым путем. И обратно, если отрицать эоловое образование лессовидных суглинков, то нет оснований принимать таковое для лёссов.

На юге полосы лессовидных суглинков эти породы гораздо более приближаются к типичным лёссам, чем на севере.

Таковы, например, с м о л е н с к и е лессовидные суглинки. Они пористы, обваливаются вертикальными стенками, имеют мощность от 0,2—0,3 до 3—4 м¹, на большей части своего распространения заметно карбонатны, не слоисты², но вместе с тем включают мелкие валунчики

¹ По данным А. М. Жирмунского (1925, стр. 340; 1928, стр. 43, 108), мощность лессовидных суглинков у Рославля достигает 15,2 м (буровая скважина).

² Относительно слоистости лессовидных суглинков в бывших Смоленском и Красненском уездах Абуцьков (1921, стр. 58) сообщает: «В то время как в обнажениях овражных и речных долин слоистость в нижних горизонтах суглинков бывала иногда выражена более или менее отчетливо, в суглинках водоразделов, в искусственных разрезах, она бывала, наоборот, или совсем незаметна, или же заметна настолько слабо, что ее трудно было принять за слоистость». Очевидно, это результат разного возраста тех и других суглинков: водораздельные старше, почему и потеряли слоистость.

(Костюкевич, 1915, стр. 84—85, бассейны Обши и Межи; Абуцьков, 1921, стр. 50—51), причем книзу, ближе к границе подстилающих пород, количество валунов и щебенки увеличивается. Местами, например в Смоленском районе, включают карбонатные конкреции (Абуцьков, 1921, стр. 57—58). По механическому составу смоленские лессовидные суглинки близки к типичным лёссам, включая лишь несколько большую примесь крупных частиц, как это видно из анализа лессовидного суглинка из района Вязьмы (Колоколов, 1901, стр. 20):

Диаметр мм	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
Процент	0,2	0,8	0,8	1,6	48,6	55,0	22,8

Местами неотличимы по механическому составу от лёсса, например, на междуречье Днепр — Хлюсть (Глицка и Сондаг, 1912, стр. 26):

Диаметр мм	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
Процент	0,2	0,9	25,2	52,6	20,7

В Смоленском и Красненском районах лессовидные суглинки занимают большую часть площади; они залегают на высотах 240—250 м, т. е. на повышенных местах, имея здесь мощность почти всегда выше 2 м; напротив, в пониженных участках мощность суглинка колеблется от 20—30 до 50—70 см (Абуцьков, 1921, стр. 59). Так как лессовидные суглинки приурочены здесь к относительно повышенным водораздельным равнинам, то делювиальным путем эти суглинки, по мнению Абуцькова (1921, стр. 60), произойти не могли.

Хименков (1914, стр. 666—668) дает такое объяснение происхождения смоленских лессовидных суглинков: «в эпоху стационарного состояния ледника количество талых вод, растекавшихся по его периферии, было громадно... Эти талые воды все время разносили массу песчаного и илистого материала, который, в зависимости от тяжести, оседал на различном расстоянии от окраины ледника. К этим осадкам примешивался и мелкокаменистый материал, приносимый ледниками». Когда ледниковый покров отступил, вблизи областей конечных морен оказались песчаные толщи (зандровые поля), дальше — суглинки и глины. Под влиянием делювиальных, элювиальных и эоловых процессов эти образования претерпели изменения, в результате которых получился покров из суглинков, местами безвалунных и лессовидных (стр. 668).

Мы, однако, не видим надобности прибегать к вмешательству делювиальных (см. выше соображения Абуцькова) и ветровых агентов. Озерно-речные (флювио-гляциальные) отложения были в сухую эпоху переработаны почвообразовательными процессами *in situ* в лессовидные породы. Следует еще иметь в виду, что благодаря большей влажности современного климата Смоленской области по сравнению, например, с южной Украиной значительное количество карбонатов было выщелочено; вследствие той же причины могла быть вымыта часть мелкозема и тем повышена грубозернистость суглинков.

Как это явствует из условий залегания смоленских лессовидных суглинков, талые ледниковые воды, отложившие материнскую породу этих суглинков, растекались по моренным равнинам не по сформированному речным руслам, а в виде широких потоков и разливов, так что современная гидрографическая сеть еще отсутствовала (Хименков, 1934, стр. 148).

По мере движения к югу смоленские лессовидные суглинки делаются по механическому составу более тонкими. Вместе с тем и рельеф

в районе Ярцева становится более похожим на лёссовый: овраги глубже и ветвистей, склоны их круче (Глинка и Сондаг, 1912, стр. 3, 14, 17). К югу от Смоленска (Абутьков, 1913, стр. 24) в Рославльском районе лёссовидная порода делается более рыхлой, пористой, разбивается на вертикальные отдельности, в нижних горизонтах заключает скопления углесолей, имеет светложелтый цвет—вообще приближается к типичному лёссу, в какой-то она постепенно и переходит южнее.

А. М. Жирмунский (1925, стр. 341) различает в образовании смоленских лёссовидных пород (44 лист) четыре последовательных этапа: 1) процессы водного отмучивания и сортировки ледниковых отложений, 2) делювиальные процессы, 3) в пустынно-степную эпоху процессы выветривания и почвообразования, и, наконец, 4) в эпоху с полупустынным климатом «процессы развевания покровных суглинков, в результате которых получились типичные лёссы и лёссовидные породы» на площади 44 листа. Не отрицая первого, второго и третьего из намеченных этапов, мы должны сказать, что никаких следов развевания покровных суглинков ни в Смоленской области, ни в соседних местах нигде никогда не отмечалось. Не только покровные суглинки, но и супесчаные морены не показывают никаких следов деятельности ветра (ср. данные Ильина, 1927, стр. 23, для Калужской области).

Безвалунные лёссовидные суглинки («нагорный лёсс») окской и зыбинского бассейна представляют собою, по Сибирцеву (1896, стр. 209), «осадок высоких ледниковых вод, нагруженных массой ила и мути»¹.

По правобережью Волги, между устьями Суры и Свияги, развиты, согласно карте четвертичных отложений 1932 года, озерные лёссовидные породы, обстоятельно описанные И. В. Тюриным (1935, стр. 13—17). Эти палево-желтые лёссовидные глины и тяжелые лёссовидные суглинки покрывают в приволжской полосе почти сплошь водоразделы (170—180 м абсолютной высоты), сложенные пермскими породами. Произошли упомянутые лёссовидные глины и суглинки в результате отложения «тонкого взмученного материала широкими, медленно текущими водными потоками или озерными бассейнами в то время, когда еще не было современной речной системы». Источником мути были юрские, нижнемеловые и частью пермские отложения. Будучи впоследствии размыты, лёссовидные породы дали начало аллювиальным лёссовидным суглинкам речных террас, например Цивили (Тюрин, стр. 14), каковой аллювий приобрел лёссовидность, очевидно, вторичным путем—в результате почвообразования и выветривания в степном климате.

Подобные описанным лёссовидные глины имеются и по левую сторону Волги, к северу и северо-западу от Казани.

В Ивановской области лёсс и лёссовидные породы встречаются на правобережье Волги, между Юрьевцом и Пучежом. По описанию Красюка (1927, стр. 56—59), породы эти залегают на абсолютной высоте 95—100 м. Они представляют собой здесь «генетически одну и ту же породу», но лёссовидный суглинок, расположенный на поверхности и служащий подпочвой, выщелочен (лишен карбонатов), имеет красновато-бурожелтый цвет, более связан и менее рассыпчат чем лёсс. Лёсс же имеет палево-желтый цвет, пылеват, сильно порист, богат карбонатами, вскипает, обваливается вертикальными стенками и залегают на глубине 2—2,5 м от поверхности. По механи-

ческому составу юрьевский лёсс близок к волынскому, отличаясь лишь несколько большей песчанистостью, «сохраняя в то же время все типичные черты, присущие типичному лёссу». Как лёссовидный суглинок, так и лёсс совершенно лишены здесь не только валунов, но и крупного песка. Известковых журавчиков в них нет. Мощность этих пород не свыше 5 м. Подстилаются они прослойками крупного песка. Слоистость начинается еще на глубине 420 см, где наблюдается нечто вроде погребенного гумусового горизонта, ясно слоистого, светлорусового цвета, мощностью около 80 см. Ниже лежит валунная супесь. «Ясная плитчатость лёсса, его слоистость, включения прослоек супеси и песка—все это определенно указывает на водное происхождение данной породы» (стр. 58). То обстоятельство, что лёссовидные породы залегают на склонах к Волге, заставляет Красюка признать, что в происхождении этих пород первенствующее значение имели делювиальные процессы. «Впрочем,—говорит он (стр. 58),—вряд ли можно отрицать, что в образовании лёссовидных пород могли принимать участие и процессы отмучивания тонкого пылеватого материала в медленно текущих водах, неглубоких заводях волжского русла».

Среди юрьевских (к северо-западу от Владимира) лёссовидных суглинков встречается несколько разновидностей, по своим свойствам приближающихся то к настоящему лёссу, то к валунным суглинкам, лишь обедненным валунами. В окрестностях Юрьева, например, эта порода по богатству известковыми конкрециями и по механическому составу заслуживает названия лёсса (Щеглов, 1903, стр. 155).

В отличие от юрьевских лёссовидных пород, вологодские лишены карбонатов или очень бедны ими, как и следовало ожидать по их северному положению. В Вологодском районе мощность лёссовидных суглинков 2—3 м, редко до 5 м; они заключают очень мало карбонатов, меньше чем валунные суглинки. По механическому составу преобладают частицы 0,05—0,01 мм диаметром, валунов нет. Сондаг (1907, стр. 13) признает эту породу за отложение ледниковых потоков. Лёссовидные суглинки Грязовецкого района (Колоколова, 1903, стр. 5—7; Трутнев, 1936) большей частью неслоисты, иногда, особенно в нижних горизонтах, неясно слоисты, обычно лишены конкреций и с кислотой не вскипают (но иногда на глубине 1 м вскипают), иногда переслаиваются с тонкими прослойками песка, и тогда и суглинок может заключать валуны величиной с кулак; но как правило это тонкозернистая порода, заключающая частиц диаметром 0,05—0,01 мм от 39 до 57% (см. анализ выше, стр. 158); мощность от 0,75 до 2 м, чаще около 1 м; на вершинах бугров выклинивается. По взгляду Колоколова, порода эта представляет собою мусть, осевшую «в бассейне со слабым стоком в сторону, противоположную направлению отступающего ледника». Таково же мнение Трутнева (1936, стр. 568).

Лёссовидные суглинки Вологодского и Грязовецкого районов почти так же насыщены основаниями (70—80% по методу Каппена-Гильговица), как здешние карбонатные валунные суглинки (90—95%), но гораздо меньше чем бескарбонатные валунные суглинки (33—60%) (Трутнев, 1936, стр. 571).

В бассейне Северной Двины лёссовидные породы идут на север до 61° с. ш. (восточнее и западнее р. Сысолы) и даже до 62° с. ш. (километров 20 к северо-западу от Сыктывкара и другие места). Это желтовато-бурые, неслоистые, пористые, лишенные углесолей глины, без крупного скелета и грубого песка. Эти глины, «надо думать, отложились тальными водами отступающего ледника, отсортированными мелкие илстые частицы» (Искюль, 1909, стр. 22—23, 25; 1910, стр. 45—46). Такие же глины описаны и для соседнего района, расположенного восточнее; они

¹ К этому же объяснению примыкают и владимирские почвоведы (Щеглов, 1902, стр. 214—215; 1903, Юрьевский уезд, стр. 158; 1903, Меленковский уезд, стр. 58; Е. Сибирцев и Щеглов, 1902, Вязниковский уезд, стр. 42).

образовались «при отступании ледника, когда талые, более спокойные воды осаждали тонкоотмученный ил» (Курбатов, 1910, стр. 20—22, 24).

По мнению Мирчинка (1928, стр. 135), породы, описанные Колоколовым, Исколем и Курбатовым, «представляют, вероятно, флювио-гляциальные образования, связанные с зандами».

Лессовидные суглинки известны для многих мест севера: для Костромской (Красюк, 1923, 1924, 1925), Устюженской (Малышевский, 1926, стр. 308), Соликамской территорий (Ризположенский, 1909, стр. 49), для водораздела Вычегды и Камы (Кобозев, 1928, стр. 34) и других. В бассейне р. Онеги в озеровидных понижениях и на верхней террасе р. Онеги они идут почти до 63° с. ш.; мощность этих суглинков до 15 м (Толстухин, 1923—1924, стр. 290—291).

Не приводя дальнейших описаний лессовидных суглинков европейской территории Союза, отметим, что почти все авторы, писавшие о них, считают эти породы за водное образование. Почти никто не высказывает предположений об их ветровом происхождении¹. А между тем лессовидные суглинки севера связаны совершенно нечувствительными переходами с типичным южнорусским и украинским лёссом.

Якутия. Лессовидные породы занимают большие площади в средней Якутии. Они распространены как в долинах рек, так и на междуречных водораздельных плато. Климат в бассейне средней Лены отличается засушливостью и жарким летом. Таковы же, очевидно, были особенности здешнего климата и в эпоху формирования лессовидных пород.

В долине Лены близ Якутска на второй (или на первой надпойменной) террасе встречаются безвалунные каронатные лессовидные суглинки коричнево-палевого цвета, слоисто-чешуйчатой структуры. Мощность этих суглинков, включая и развитую на них почву, не выше 1 м. Механический состав одного образца таков (Красюк, 1927а, стр. 24):

Диаметр мм	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
Процент	2,1	9,3	35,3	53,2

С глубины 85 см мерзлота. Описываемые суглинки подстилаются слоистыми древнеаллювиальными песками, причем переход от суглинка к пескам постепенен. Красюк (1927 а, стр. 22) приписывает якутским лессовидным суглинкам аллювиальное происхождение. К востоку от Якутска, на водораздельном плато между Леной и Амгой, тоже развиты коричнево-палево-лессовидные суглинки мощностью 18—25 м и такие же глины, развитые в южной части водораздела, мощностью всего около 1 м (Огнев, 1927, стр. 53).

Лессовидные суглинки развиты почти во всем бассейне Тунга (левый приток Вилюя выше Вилюйска), заходя на север по крайней мере до 66° с. ш. Мощность этого суглинка не выше 4 м; книзу он становится песчаным и теряет лёссовый облик. Суглинок порист, серо-палевого или серого цвета, пылеват, сильно карбонатен. Разлит как на водораздельных пространствах, так и на верхней террасе р. Тунг. Благовидов (1935, стр. 33, 44) считает эту породу за осадок озерного бассейна, подпруженного ледником и располагавшегося на Лено-Вилюйской равнине.

¹ Впрочем Мирчинк (1925, стр. 150) считал, что и украинский лёсс, и лессовидные суглинки Украины и мест, лежащих севернее последней, отложились главным образом ветровым путем. Но вместе с тем, по мнению и названного автора (стр. 148), в образовании здешнего лёсса принимали участие также релюэвные и аллювиальные процессы. См., однако, более решительное признание последних факторов в статье 1928а.

Арктика. Замечательны лессовидные легкие глины на острове Б. Ляховском (73—74° с. ш.) из Новосибирских островов. В них прекрасно выражена слоистость. Встречаются раковины пресноводного моллюска *Pisidium*, а также надкрылья жуков, веточки, обрывки листьев растений, семена двудольных, остатки мамонта, зубра и лошади. Механический состав:

Диаметр мм	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
Процент	—	0,5	32,8	66,7

Ермолаев (1932, стр. 172—174) приписывает этим лессовидным породам делювиальное происхождение. Фауна их двойного происхождения: пресноводные моллюски принадлежат материнской породе, а крупные млекопитающие жили здесь, когда эта порода превращалась или превратилась в лессовидные глины. Лессовидные глины незаметно переходят в озерные отложения, верхний горизонт которых состоит из желтоватых суглинков с раковинами *Pisidium*.

На северном побережье Гыданского полуострова, под 71° с. ш., в почвенном горизонте развиты лессовидные суглинки. На Нижней Тунгуске близ устья в почвенном разрезе можно наблюдать неслоистую лессовидную супесь, продукт выветривания нижележащей слоистой супеси (Ермилов, 1935, стр. 22).

Китай. Большим распространением пользуются лессовидные суглинки в северном Китае. Andersson (1923, р. 129) и Barbour (1927, р. 291; 1929, р. 69) описывают эти породы под именем «переотложенного лёсса» (redeposited loess), т. е. лёсса, получившего начало из первичного или типичного лёсса. Согласно данным Барбора, переотложенный лёсс — это лёсс, перемежающийся со слоями песка и гравия; упомянутый комплекс или обнажается в оврагах, или подстилается типичным лёссом. Достигая мощности в 15 м, он слоист и вместе с тем обнаруживает склонность овалиться вертикальными обрывами. По мнению Андерссона и Барбора, переотложенный лёсс есть водный осадок, но прослойки лёсса возможно образовались при участии ветра. Вообще переотложенный лёсс получил начало в более влажном климате чем подстилающий его «первичный» лёсс. На самом же деле, как явствует из описаний упомянутых геологов, «переотложенный лёсс» — это лёсс, материнская порода которого явно аллювиального происхождения, что вообще характерно для лёссов севернокитайской низменности.

Итак, начиная от Арктики и кончая лёссовыми областями Китая, мы встречаем ряд постепенно переходящих друг в друга пород, которым нелегко приписывать ветровое происхождение. Обычно считают, что материнские породы лессовидных суглинков отложились из воды. Но если признавать материнские породы супесчаных лёссов и лессовидных суглинков за водное или водно-ледниковое отложение, то решительно нет никаких оснований приписывать другое происхождение материнским породам суглинистых и глинистых лёссов, которые в горизонтальном направлении совершенно нечувствительно переходят в лессовидные суглинки и супесчаные и песчаные лёссы.

БЕЗВАЛУННЫЕ ПОКРОВНЫЕ СУГЛИНКИ И ГЛИНЫ

В северной и частью средней полосе европейской территории СССР распространены покровные безвалунные породы явно ледникового происхождения; они тесным образом связаны с лессовидными породами и в горизонтальном направлении нечувствительно переходят в них. Так, в Галичской группе районов Костромской области материнской породой

подзолистых суглинков служит тяжелый безвалунный буро-желтый суглинок, залегающий на моренных отложениях. Мощность этого суглинка на водоразделах 2—4 м. На склонах он беднеет илстыми частицами, обогащается пылеватыми и принимает характер лессовидного (Красюк, 1923, стр. 4).

В Московской области большим распространением пользуются слоистые лессовидные суглинки и глины, но кроме того здесь встречаются структурные глины и суглинки. Они названы структурными потому, что делятся на характерные отдельности, напоминающие неправильные призмы высотой в несколько сантиметров¹. Покровные глины обычно неслоисты, лишены карбонатов или бедны ими. По механическому составу иногда довольно близки к лёссам. Так, покровный суглинок из с. Поповского Клинского района имеет такой состав (Казаков, 1935, стр. 396, по методу Сабанина):

Диаметр мм	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
Процент	0,8	44,9	45,7	54,3%

Минералогически покровные породы почти не отличаются от подстилающих их морен. Около 80—90% породы состоит из зерен кварца, обычно бесцветных, но иногда во фракциях менее 0,25 мм диаметром покрытых восковидной желтовато-коричневой корочкой бурого железняка, иногда кварцевые зерна на поверхности с блестящей поливой типа натечных форм. Преобладают угловатые зерна, но есть и окатанные (Казаков, стр. 399).

«Несомненная их (структурных пород) связь с валунными глинами и суглинками прослеживается в многочисленных пунктах и может быть обнаружена в большинстве случаев не только путем стратиграфических сопоставлений, но и данными механического анализа» (Филатов, 1923, стр. 9). Филатов рассматривает покровные породы как элювий морены.

В восточной половине 44 листа (Медынь—Болхов—Жиздр—Мосальск) Добров и Константинович (1936, стр. 73—75) различают два типа покровных суглинков: 1) С у г л и н к и э л ю в и а л ь н ы е. Эти тяжелые вязкие породы залегают на водоразделах, имеют красно-бурый цвет, как и морена, но лишены валунов. Имея мощность до 4 м, подстилаются мореной. Наблюдаются преимущественно в северной половине района. Образовались они «в результате разложения и переработки моренных толщ». 2) Л е с с о в и д н ы е с у г л и н к и. Они—легкие, пористые, вскипают с соляной кислотой, иногда содержат журавчики, склонны давать начало оврагам. По мнению Доброва и Константиновича, красно-бурые безвалунные суглинки отлагались ранее лессовидных.

Те же два типа покровных суглинков развиты и на территории 45 листа, в районе Брянск—Орел—Курск—Рыльск. Согласно Даньшину (1936, стр. 50), один тип («покровные суглинки») есть элювиально-делювиальное образование. Здешние покровные суглинки имеют мощность от 0,5 до 5 м, лессовидны, пористы, содержат внизу журавчики, покрывают водораздельные пространства. Местами, например, к югу от Рыльска и к северу от Курска, они, повидимому, являются элювием водное ледниковых лессовидных суглинков, от которых на высоких водоразделах отделены погребенной почвой (стр. 51—52). Другой тип, водно-ледниковые лессовидные суглинки и такие же супеси в бассейнах Сейма и Оки имеют мощность от 6 до 12 м. Породы эти нередко ясно слоисты или

¹ О них см. в Материалах по изучению почв Московской губ., I, 1913; II, 1914; Филатов, 1923, стр. 9—10.

переслаиваются с песками, по р. Сейму заключают валуны и глыбы морены. Внизу иногда содержат раковины пресноводных моллюсков. В долине Сейма местами внизу переходят в слоистые глины. Отложение этих пород Даньшин относит к ледниковому времени. Ледник, продвинувшись на юг до границ Среднерусской возвышенности, закрыл, как плотиной, сток на север из бассейна Оки и на запад из бассейна Десны с ее притоками. Муть, которую несли талые воды ледника, оседала сравнительно близко от границы ледника в запруженных долинах, а образовавшиеся таким путем водоемы покрывали и водоразделы (стр. 57). На склонах работали делювиальные процессы.

Покровные глины Пензенской области, описанные Архангельским (1916, стр. 184—192; см. также Морозов, 1932), неслоисты, карбонатны, содержат больше полутонких окислов и меньше кремнекислоты чем типичные лёссы, нередко заключают валунчики, залегают на водоразделах, подстилаются валунным суглинком. К северу от Пензенской области они простираются на территорию 72 листа, где были отмечены Сибирцевым (1896) над мореной, на ровных водораздельных пространствах. По мнению Сибирцева, покровные глины произошли от выветривания верхних горизонтов валунных глин, почти лишенных валунов. «Выветривание валунной глины, если оно не сопровождается извлечением глинистых частиц и обогащением первоначальной породы песком, ведет к образованию лессовидных разностей. Все условия, благоприятствующие хорошей инсоляции и аэрации поверхностных горизонтов валунной настилки, способствуют этому процессу» (стр. 198). Архангельский развивает сходные взгляды: пензенские покровные глины произошли из верхних горизонтов морены элювиальным и делювиальным путями (стр. 190—191). В бассейнах верхней Мокши, Инсара и верхней Суры, по самой границе ледникового покрова, покровные глины и суглинки приобретают лессовидный характер и становятся безвалунными.

Словом, покровным глинам описываемого района невозможно приписывать ветровое происхождение. Они есть продукт переработки морены путем выветривания и, возможно, делювиальных процессов.

СЫРТОВЫЕ ГЛИНЫ

В Заволжье, примерно от Камы до верховьев Узень, аналогами лёсса служат сыртовые, иначе бурые или степные, глины, вопрос о происхождении которых сильно занимал наших почвоведов и геологов. Докучаев (1883, стр. 244—245) и Ласкарев (1919, стр. 43) считали их за лёссы, другие авторы описывали под именем лессовидных глин¹. Подобно лёссам, они неслоисты, однородны, склонны к образованию отвесных обрывов; часто пористы, обычно карбонатны, нередко заключают журавчики. Цвет желто-бурый. Следует отметить присутствие хлористых солей и гипса. По механическому составу несколько более глинисты, чем какими бывают украинские лёссы, заключая до 57% частиц менее 0,01 мм диаметром (Неуструев и Бессонов, Новоузенский уезд, 1909, стр. 115—116), не заключают валунчиков. Абсолютная высота залегания сыртовых глин до 170—180, а близ южной границы всего до 60—75 м. Мощность не свыше 50 м. В толщах сыртовых глин отмечены погребенные почвы. В бассейне Узень под желто-бурыми сыртовыми глинами мощностью в 30 м лежат бурые и коричнево-бурые глины (20—25 м), подстилаемые красно-бурыми глинами (10—15 м) (Саваренский, 1927). Если проследить распространение

¹ На лессовидность этих пород указывает и Герасимов (1935, стр. 283).

подпочв от Заволжья на запад, через области Саратовскую, Воронежскую, Харьковскую, Полтавскую, то можно, говорит Саваренский (стр. 68), убедиться в постепенной смене сыртовых глин лессовидными глинами и настоящим лёссом. На сходство в залегании сыртовых глин и украинских лёссов указывает и Герасимов (1935, стр. 282): и те и другие подстилаются красно-бурыми глинами. Некоторые лессовидные глины нижнего Приднепровья по механическому составу весьма близки к сыртовым глинам (Герасимов и Марков, 1939, стр. 280—281).

Возраст сыртовых глин разные авторы определяют различно. Согласно Неуструеву и Бессонову (1909, стр. 121—126), они отлагались или до высокого стояния Каспийского моря (т. е. до хвалынской трансгрессии), или одновременно с этой трансгрессией. Розанов (1931, стр. 82) предположительно определяет возраст временем «от миндельской до начала рисской эпохи (или даже несколько позднее)». По Мазаровичу (1933, стр. 82), сыртовые глины следует относить к концу миндельской эпохи и началу миндель-рисской межледниковой эпохи.

Толща сыртовых глин, без сомнения, откладывалась в течение значительного промежутка времени, и нижние горизонты, возможно, соответствуют, как предполагает Жуков (1940, стр. 59) для бассейна Б. Узень, бакинскому или апшеронскому ярусу.

Что касается происхождения сыртовых глин, то Л. И. Прасолов и С. С. Неуструев (1904, стр. 154), а также Неуструев и Бессонов (1909, стр. 171) высказываются за наземное и водно-наземное образование этих пород, совершенно отвергая предположения об эоловом их происхождении; в период отложения сыртовых глин «на месте нынешней Волги текучие воды широкой реки отложили песчаные осадки в полосе около 40 км; восточнее этой полосы образовалось, быть может, нечто в роде озерной страны, где отлагался тонкий взмученный материал» (1909). В работе «Самарский уезд» (1911, стр. 118) Неуструев и Прасолов склоняются к взгляду на сыртовые глины как на флювио-гляциальный осадок, отложившийся в эпоху наивысшего стояния Каспийского моря. К этому мнению присоединяются Архангельский (1912, стр. 11) и Мазарович (1927, стр. 1075). Розанов (1931, стр. 80—81) рассматривает сыртовые глины не как флювио-гляциальное отложение, а как осадок «стоячих бассейнов с пресной, а иногда возможно и с соленой или солоноватой водой»; в более северных частях Заволжья (бассейн южных притоков Самарки) «влияние движущихся вод становится значительно более заметным». Мазарович (1933, стр. 81), сторонник ветровой гипотезы, пишет: «нет никаких признаков, которые позволяли бы считать сыртовые глины эоловым образованием». Сыртовые глины есть «субаквальное» отложение. «Не лишено вероятности предположение, что ледниковые воды отлагали взвешенную муть на широких ровных пространствах в виде глинистого осадка, который, подвергаясь затем процессу почвообразования, оказался обогащенным известью и гипсом»¹.

¹ В этой статье А. Н. Мазарович (1933, стр. 81) причисляет меня, наряду с Тутковским и другими, к сторонникам эолового происхождения лёсса и сыртовых глин! Пользуясь случаем исправить некоторые неточности, встречающиеся у А. Н. Мазаровича. В работе 1932 года, он, ссылаясь на карту, приложенную к моей статье 1926 года, заявляет, что на ней «с удивлением можно видеть распространение лёсса в б. Пензенской губ.» (стр. 235). Между тем легко убедиться, что в б. Пензенской губ. на моей карте нанесен вовсе не лёсс, а покровные глины (о них мы говорим в настоящей работе, стр. 225). На стр. 224—225 своей статьи А. Н. Мазарович, упоминая о той же карте, говорит, что на ней дано распространение «делювиальных суглинков», которые, говорит этот автор, развиты лишь на склонах. Никаких «делювиальных» суглинков, которые, говорит этот автор, развиты лишь на склонах. Никаких «делювиальных» суглинков» на моей карте не изображено, а нанесено распространение покровных глин (и суглинков), которые, как известно, залегают не на склонах, а на водоразделах (см. выше стр. 224).

И. П. Герасимов (1935, стр. 285) так рисует образование интересующих нас пород. В эпоху хазарской трансгрессии по Волге в области Самарской луки существовало крупное препятствие для свободного прохода талых ледниковых вод. В образовавшихся разливах отлагалась глинистая муть, давшая начало главной массе сыртовых глин.

Итак, сыртовые глины есть восточный аналог лёсса. Относительно их мнения сходятся—это не ветровое отложение¹.

Все вышеизложенное о сыртовых глинах заставляет нас утверждать, что материнские породы этих глин есть осадок озеровидных водоемов; впоследствии, в предшествующую сухую эпоху, этот осадок, путем процессов выветривания, был преобразован в лессовидную породу—сыртовые глины.

КРАСИК

В Кунгурском лесостепном острове большим распространением пользуются бурые суглинки или супеси, нередко содержащие в небольшом количестве мелкую гальку. Эти суглинки, по-местному красик, имеют мощность от 1,5 до 8 м. Красик—это аналог сыртовых глин. Повидимому, первоначально он был богат карбонатами, что не могло не способствовать развитию на красике почв чернозёмного типа. По мнению Л. И. Прасолова и А. А. Роде (1934, стр. 8—9, 56—57), кунгурские наносы «представляют собой отложения ледниковых текучих или стоячих вод».

ВОРОНЕЖСКИЕ ПОКРОВНЫЕ ПОРОДЫ

Другой аналог сыртовых глин—это поверхностные породы Воронежской области. Их, говорит К. Глинка (1921, стр. 44), нельзя назвать ни лёссом, ни лессовидными суглинками, а скорее можно отнести к лессовидным глинам. Местами весь водораздел Дон—Воронеж и Воронеж—Усмань покрыт бурой безвалунной глиной, подстилаемой флювио-гляциальными песками. Бурая безвалунная глина «представляет, повидимому, также осадок из вод ледниковых потоков, не вмещающих руслами тогдашних рек и широко разливавшихся по водоразделам. Местами можно наблюдать чрезвычайно постепенный переход между песками и настилающими их глинами» (Глинка, 1921, стр. 19). Иногда же безвалунная глина так тесно сливается с валунной глиной, что провести границу между ними невозможно.

ных суглинков» на моей карте не изображено, а нанесено распространение покровных глин (и суглинков), которые, как известно, залегают не на склонах, а на водоразделах (см. выше стр. 224).

¹ Впрочем, можно отметить, что Г. Н. Высоцкий, всюду находивший следы «импульверизации», склонен был думать, что и лессовидный сыртовый суглинок юга б. Саратовского уезда «вряд ли всецело является продуктом разрушения местной древней породы; вероятнее, что он образовался частью от запыления (импульверизации) приносимой ветрами с востока и с юга мелкоземистой пылью, с которой приносится также углекислая известь и некоторые соли... Осевшая пыль затем смешивается с веществом местного грунта благодаря деятельности землероев» (1908, стр. 186).

Также Н. Николаев (1935, стр. 133) считает возможным объяснять образование сыртовых глин «за счет эолового привноса обломочного материала», но, несмотря на длинные рассуждения, в пользу этой точки зрения названный автор не в состоянии привести ни одного довода (Мирчин, 1935, стр. 27, относится к вышеизложенным взглядам на эоловое происхождение сыртовых глин скептически). А на стр. 137 Николаев говорит: «главная масса желто-бурых [сыртовых.—Л. Б.] глин представляет собой продукт делювиальной вторичной переработки» (чего?). Впрочем, несколькими строками раньше сообщается, что, по мнению автора, «в накоплении делювиальных отложений Поволжья играл роль также и эоловый фактор».

Ниже, при описании фауны лёсса, мы увидим, что в толще типичного лёсса, а особенно в нижних горизонтах, встречаются линзы с пресноводной фауной. Подобным образом и в воронежской безвалунной глине на границе с валунной попадаются осадки небольших заболоченных блюдечек и линз с погребенными болотными почвами, раковинами пресноводных моллюсков и ископаемыми торфами (Глинка, 1921, стр. 20).

Подобно Глинке, Гвоздецкий (1937, стр. 86, 92) приписывает происхождение надморенных лессовидных суглинков Воронежско-тамбовской низины (высота ее—абсолютная 150—180 м, над уровнями рек Воронежа и Дона 70—100 м) отмучиванию и отложению пылеватых и илистых наносов, принесенных талыми ледниковыми водами. Глинистость покровных пород Воронежско-тамбовской низины упомянутый автор объясняет тем, что песчаные наносы отлагались севернее.

КРАСНО-БУРЫЕ ГЛИНЫ

В южной (степной) и частью лесостепной Украине, в Крыму, в кубанских степях, местами в Заволжье (Саваренский, 1927), а также в северном Китае и Аргентине, под лёссом и лессовидными породами залегают красно-бурые глины, в некоторых отношениях сходные с лёссом: они неслоисты, карбонатны, содержат журавчики и часто гипс¹.

И некоторые авторы (Борисяк, 1905, стр. 231—235) склонны были приписывать красно-бурым глинам ветровое происхождение, указывая как на источник пыли на Донецкий край и другие возвышенности.

Красно-бурые глины как в области Миусского лимана (Н. А. Соколов, 1905), так и в Полтавской области (Агафонов, 1894, стр. 182; Заморий, 1935, стр. 87) и в районе Запорожья (Д. В. Соколов, 1929, стр. 188) совершенно нечувствительно переходят в лёсс и в лессовидные суглинки.

Относительно происхождения украинских красно-бурых глин Н. А. Соколов (1905, стр. 25, ср. также 1896, стр. 39) высказывается так: «горные породы, различнейшие по петрографическому составу и по возрасту, подвергаясь продолжительное время действию атмосферы, при содействии растительной и животной жизни, свойственной степным местностям, преобразуются в конце концов в породу, подобную красно-бурой глине». Н. А. Соколов полагает, что красно-бурая глина могла получиться при выветривании сарматских и понтических мергелей и известняков, а также гранитов и гнейсов. Местами, например, под Таганрогом (1905, стр. 27), в нижних горизонтах красно-бурых глин встречаются раковины пресноводных моллюсков; в этом случае, говорит Соколов, мы имеем перед собой пресноводные отложения, преобразованные под влиянием почвенно-элювиальных процессов и приобретшие все особенности субаэральных осадков.

¹ По этому поводу небезынтересно указать на следующее. В лёссах Украины, особенно в юго-западной ее части, на глубинах от 1,5 до 16 м нередко встречается гипс. Крокос в свое время (1927, стр. 253) видел в этом новое доказательство ветрового происхождения лёсса: «спускавшиеся с ледника антициклональные ветры пронесли над гипсоносными районами восточной России, обогащались гипсовой пылью и, поворачивая по часовой стрелке к юго-западу, захватили только восточную и южную Украину, осадив там гипс вместе с лёссовой пылью». Очевидно, по аналогии, следует, что вышеупомянутые антициклональные ветры существовали и во время отложения красно-бурых глин. Какой-то геологически-перманентный антициклон! Гипс, как и карбонаты, во всех названных случаях, образовались *in situ* в результате процессов выветривания, капиллярного поднятия грунтовых вод и почвообразования.

Также Набоких (1915) считает одесские красно-бурые глины за продукт выветривания понтического известняка. К этому мнению присоединяется и Крокос (1927, стр. 283): одесские, херсонские, изюмские, харьковские и другие украинские красно-бурые глины, имеющие на плато мощность от 4 до 11 м, представляют «продукт выветривания гранита, палеогена и неогеновых отложений понтического и кувальничьего ярусов». Такое же происхождение приписывает Ф. П. Саваренский (1932, стр. 173) красно-бурым глинам района Днепростроя—это продукты выветривания местных коренных пород, в частности—гранитов и каолинов.

Заложив специально ряд скважин на водоразделах в районе Запорожья, Д. В. Соколов мог наблюдать, что «переход лессовидных пород в красно-бурые глины происходит совершенно постепенно, и, просматривая подлинные образцы, положительно невозможно сказать, какими из них заканчиваются лессовидные суглинки и начинаются красно-бурые глины—настолько неуловима их граница». Глины эти развиты в первичном залегании только на водораздельных пространствах, но иногда находятся во вторичном залегании—в форме делювия. Элювиальное и делювиальное происхождение красно-бурых глин признает и Н. И. Дмитриев (1930, стр. 31). Заморий (1935, стр. 88) для бассейна Ворсклы принимает взгляды Соколова и Крокоса.

Повидимому, выветривание красно-бурых глин происходило в условиях более теплого и более влажного климата, чем какой сейчас свойствен Украине (что и является причиной красного цвета этой породы), в отличие от лёсса, который образовался в условиях большей сухости. Согласно Крокосу, красно-бурые глины—это «ископаемая terra rossa».

Возраст красно-бурых глин юга европейской территории Союза в настоящее время склонны считать верхнеплиоценовым.

Красным глинам, широко распространенным в северном Китае и юго-восточной Монголии, Andersson (1923, р. 107—114) приписывал нижнеплиоценовый (понтический) возраст. Действительно, они заключают фауну с Hipparion, носорогами, жирафами и проч. Однако теперь выясняется, что красные глины Китая частью более молодого возраста, например, у Калгана—верхнеплиоценового или даже четвертичного (Barbour, 1929, р. 64; ср. также Barbour, 1930, р. 471). Teilhard de Chardin (1930, р. 609) выделяет верхнюю свиту красных глин Китая, мощностью в 150—200 м, в свиту «красноватых глин» (*terres rougeâtres*), которым приписывает плиоценовый или нижнечетвертичный возраст. И Андерсон и Барбор рассматривают красные глины Китая как элювий (*residual product*).

Мы остановились так долго на красно-бурых глинах специально для того, чтобы показать, как думают сторонники ветровой теории происхождения лёсса (Н. А. Соколов, Набоких, Крокос, Дмитриев) насчет происхождения красно-бурых глин, этой неслоистой породы. Как мы видели, они признают их за продукт выветривания, несмотря на их значительную мощность—до 11,3 м (по Крокосу) и даже до 16,9 м (Заморий, 1935, стр. 87, бассейн Ворсклы), а в районе Днепростроя местами «до 20 м и более» (Саваренский, 1932, стр. 172).

ЕСТЬ ЛИ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИЯ МЕЖДУ ЛЁССАМИ И ЛЕССОВИДНЫМИ ПОРОДАМИ?

В. А. Обручев (1929, стр. 134; 1932, стр. 291, 329), признавая, что лессовидные породы образуются путем почвообразовательных процессов, и отрицая такой способ происхождения для лёссов, указывает в табличной

форме следующие различия между лёссом (Л.) и лессовидными породами или вторичным лёссом (Л. п.) (см. ниже). Так как этим различиям придают значение и в технической литературе (см., например, Токарь, 1935, стр. 15), то на них надо остановиться подробнее. Изложенное в настоящей главе показывает, что никаких объективных критериев для различения лессовидных пород от лёсса нет и не может быть и что лёсс совершенно нечувствительно переходит в лессовидные породы. Наши соображения приводятся рядом с каждым пунктом В. А. Обручева:

Материал. «Лёсс. Эоловый, главным образом экзотический, т. е. принесенный со стороны.—Лессовидные породы. Делювиальный, аллювиальный, пролювиальный, ледниковый, часто местный».

Вся настоящая глава служит к доказательству, что эоловых, т. е. ветровых, экзотических лёссов вообще не существует. Как лёсс так и лессовидные породы получают начало на месте *in situ*¹.

Строение. «Л. Неслоистость первичная и нормально полная.—Л. п. Неслоистость вторичная и часто неполная».

Материнские породы всех водно-ледниковых и аллювиальных лёссов первично слоисты. Слоистость эта, иногда неявная, сплошь и рядом сохраняется и в типичных лёссах. С другой стороны лессовидные суглинки нередко бывают, как мы видели, на взгляд неслоисты.

Крупность зерна. «Л. Убывает с удалением от области разветвения.—Л. п. Зависит от крупности первичного материала».

Механический состав материнских пород, одинаково как лёссов, так и лессовидных пород, становится более тонким по мере удаления от места происхождения этого материала, например, от ледниковых областей, от рек, от гор и так далее.

Фауна. «Л. Наземная с случайной примесью водной или прибрежной вблизи водных бассейнов.—Л. п. Наземная, водная, прибрежная, или смешанная».

В разделе о фауне лёсса будет подробно показано, что в отношении фауны никакой разницы между лёссом и лессовидными породами нет.

Мощность. «Л. Большая—до 400 м, но чаще от 10 до 70 м.—Л. п. Небольшая, 2—3 м, за редкими исключениями».

Ниже показывается, что мощностей лёссов в 400 м не бывает. Лессовидные суглинки достигают в Средней Азии и местами в Сибири точно такой же общей мощности, как и типичные, китайские лёссы.

Общий характер. «Л. Однородный на больших площадях независимо от рельефа.—Л. п. Разнородный, быстро меняющийся в зависимости от рельефа».

Этого различия на самом деле нет.

Условия залегания. «Л. Повсюду—на водоразделах, склонах, дне долин и на равнинах.—Л. п. На водоразделах только второстепенных, которые могли быть затоплены».

Материнские породы как лёссов, так и лессовидных суглинков, в областях околледниковых, залегают до такой высоты; до какой некогда достигала область затопления. Вообще же нет никакой разницы в условиях залегания лёссов и лессовидных пород, как это легко видеть на карте четвертичных отложений 1932 года.

Распространение. «Л. На сухих степях, вне пустынь—современных или прежних.—Л. п. Кое-где и в пустынях, например, в оазисах, на берегах рек, вокруг источников».

¹ Но если бы в природе вообще существовали эоловые лёссы, то мы не видим оснований, почему не могли бы существовать и эоловые лессовидные породы.

На самом же деле, при наличии пород соответственного механического состава, лёссы и лессовидные суглинки развиты повсюду, где климат засушливый или был таковым в предшествовавшую эпоху.

Распределение. «Л. Зонально и закономерно относительно областей разветвения и в зависимости от господствующих ветров и рельефа.—Л. п. Зонально, но только в зависимости от климата и наличия мелкозема, подвергающегося преобразованию в лессовидную породу».

Подобно лессовидным породам, и лёссы в своем залегании не обнаруживают никакого отношения ни к современным, ни к доисторическим ветрам. В ледниковых областях лессовидные породы и лёсс распределены зонально (см. стр. 214), но вне всякой зависимости от направления ветров; зональность обусловлена расстоянием от края ледникового покрова и стоит в соответствии с временем, которое протекло после освобождения страны от ледникового покрова.

Словом, лёссы и лессовидные породы совершенно нечувствительно переходят друг в друга, и способ происхождения их должен быть одинаков. Если «почвообразовательные процессы создают лессовидные породы небольшой мощности из различных мелкоземов», как признает и В. А. Обручев (1929, стр. 133), то таково же происхождение и лёссов, ибо в отношении мощности разницы между лессовидными суглинками и лёссами нет.

В настоящем разделе мы рассмотрели ряд пород—лессовидные суглинки, покровные суглинки и глины, сырцовые глины, красно-бурые глины и другие,—которым невозможно приписывать ветровое происхождение. Но, с другой стороны, все эти породы постепенными переходами связаны с типичными лёссами. Между типичными лёссами и лессовидными суглинками (включая и близкие к ним породы) нет никакой принципиальной разницы: эти породы незаметно переходят одна в другую, и кто согласен признать, что аллювиальные отложения могут в сухом климате превращаться в лессовидные суглинки, вынужден допустить тот же способ образования и для типичного лёсса.

КАРТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОД В СССР

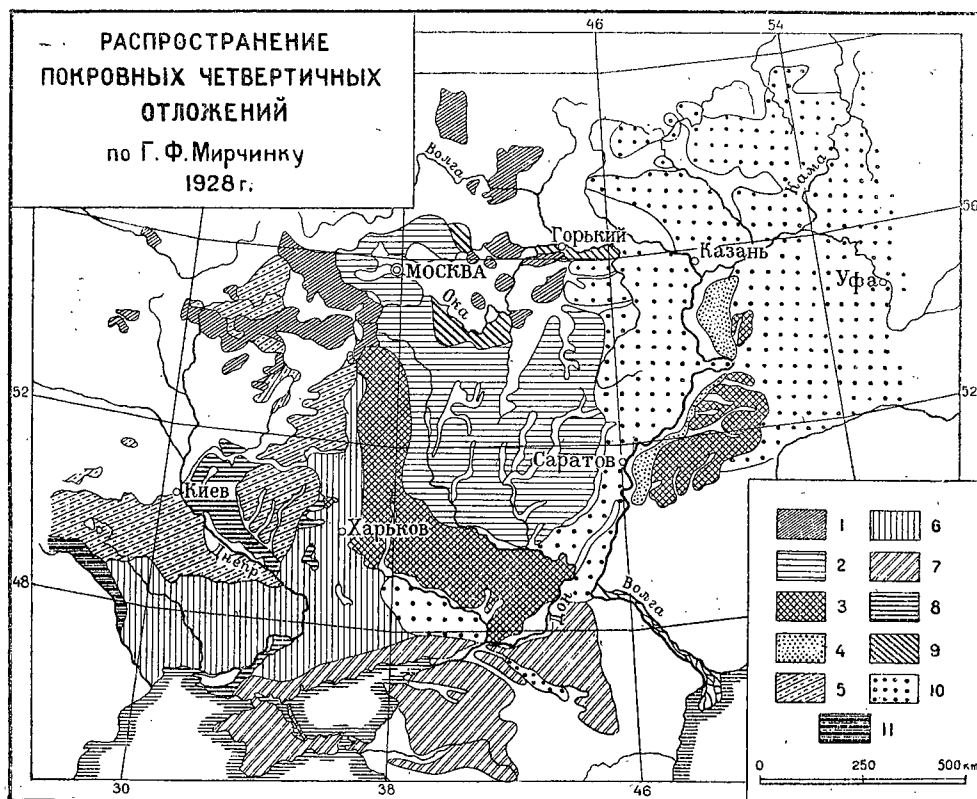
После сказанного весьма любопытно ознакомиться с картами распространения лёсса и лессовидных пород на больших территориях СССР.

На приложенной к моей работе 1926 года¹ карте распространения лёссовых пород в восточной Европе дано распространение лёсса, лессовидных суглинков, покровных и сырцовых глин.

Приложенная к работе Мирчинка (1928а) карта покровных четвертичных образований на европейской территории Союза составлена на основании первоисточников и со знанием дела. Автор ее—сторонник ветровой гипотезы. Однако по левобережью Днепра к югу от Киева на восток до р. Удаи и частью по правобережью он наносит на верхней надпойменной террасе «супесчаный лёсс, при отложении которого аллювиальные процессы играли, несомненно, весьма значительную роль» (стр. 27). Но на картах многих украинских геологов это пространство значително покрытым типичным «эоловым» лёссом (см. выше, стр. 198). На междуречных пространствах в местах, непосредственно примыкающих к границе последнего («вюрмского» или валдайского) оледенения, распространен лессовидный суглинок, «близкий иногда по механическому составу к лёссу». Этому тонкому покрову лессовидных пород Мирчинк приписывает

¹ В уменьшенном виде она воспроизведена в работе 1927 года.

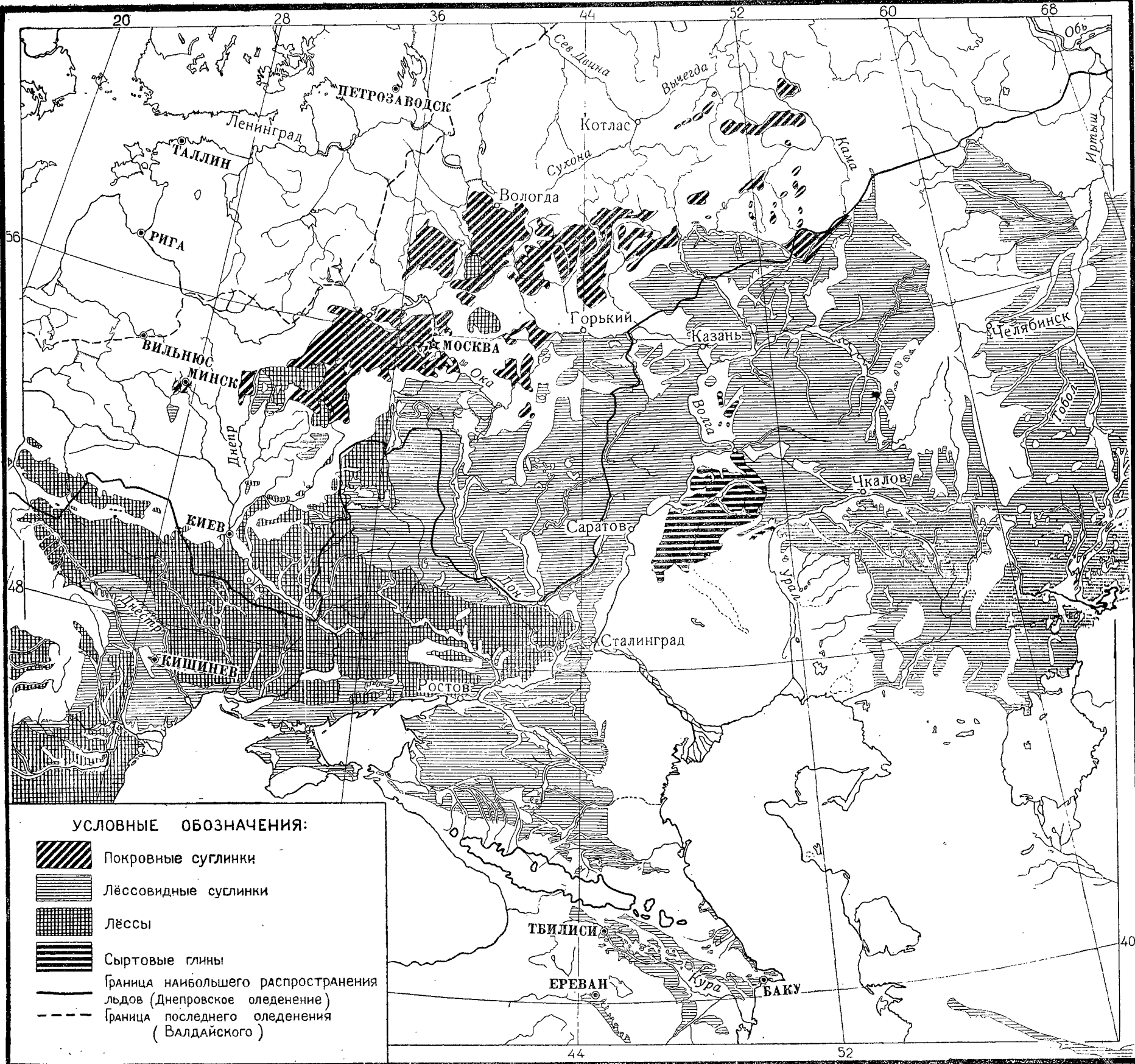
водно-ледниковое происхождение (стр. 27). В северо-восточной Украине и на восток до Дона и Волги, а на север почти до Оки залегают разнообразные «покровные глины», которые, согласно Мирчинку, образовались делювиальным, элювиальным и водно-ледниковым путем. Вопрос о происхождении лессовидных пород на правобережье Оки между Рязанью и Пронском и на правобережье Волги между устьями Оки и Суры оставлен открытым. Лессовидные породы подольского Приднестровья обозначены как элювиально-делювиальное образование.



1—покровные лессовидные суглинки на морене и лессовидные суглинки Грязовецкого района, 2—покровные глины на морене, 3—покровные глины на коренных породах и сырцовые глины Заволжья, 4—легкая разность сырцовых глин, 5—суглинистый и супесчаный лёсс, 6—глинистый лёсс, 7—лессовидные глинистые породы причерноморских степей, 8—супесчаные лессовые и лессовидные породы приречных террас, 9—лессовидные породы террасообразных плато средней части бассейна Волги, 10—маломощные делювиально-элювиальные суглинки и глины на коренных породах, 11—лессовидные элювиально-делювиальные образования подольского плато.

Таким образом на этой карте типичным, «эоловым» лёссом оказываются покрыты лишь часть Украины, степной Крым и Доно-Кубанская низменность, но относительно глинистых лёссов Приазовья и Прикубанья Мирчинк оставляет «открытым вопрос, насколько там эоловый фактор имел доминирующее значение. В Прикубанье очень возможно, что не меньшее, а может быть и большее значение имели делювиальные и пролювиальные процессы» (стр. 28; см. также Мирчинк, 1928, стр. 136).

Эта карта, составленная с большим знанием дела и притом беспристрастно, имела большое значение для распространения правильных представлений о происхождении лёсса, тем более, что принципы ее были положены в основу карты четвертичных пород 1932 года, вышедшей под редакцией С. А. Яковлева. На карте 1932 года типичный лёсс отнесен к пробле-



матичным образованиям. Он распространен главным образом на Украине, между Днестром и Доном, а затем в Черниговской области и между Смоленском, Оршей и Мстиславлем. Лессовидные же суглинки значатся как водно-ледниковые (флювио-гляциальные), элювиально-делювиальные и аллювиальные породы. Эта карта сильно способствовала перемене взглядов на происхождение лёсса.

Стало очевидным, что раз лессовидным суглинкам нет оснований приписывать ветровое происхождение, то естественно, как это доказываю я с 1916 года, что и лёсс, в который постепенно переходят лессовидные суглинки, не может быть эоловым осадком. И вот со времени опубликования упомянутой карты 1932 года среди украинских геологов стало обнаруживаться критическое отношение к ветровой гипотезе, раньше безраздельно владевшей умами.

Эта же карта, с известными сокращениями, воспроизведена в уменьшенном виде С. Яковлевым (1938).

В работе Москвитина (1940), описывающей по литературным источникам лёссы и лессовидные отложения Сибири, приложена карта в масштабе 1:4 200 000. На стр. 3 этой работы мы читаем: в сибирском Приуралье, «повидимому, в самых предгорьях и на абразионной ступени Неуструева до меридиана города Челябинска лессовидные породы присутствуют лишь спорадически, являясь элювиально-делювиальными продуктами разрушения местных коренных пород». По мнению Москвитина (1940, стр. 7), аллювиальное происхождение лессовидных суглинков, описанных Высоцким для надпойменных террас Западной Сибири, «совершенно очевидно». Образцы террасовых лессовидных суглинков из города Тары «чрезвычайно напоминают лессовидные аллювиальные супеси, перекрывающие вторые надпойменные террасы Украины» (стр. 11). В заключении (стр. 68) заявляется, что лёссы и лессовидные породы Сибири произошли ветровым путем.

ВОЗМОЖНЫЕ ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ПОЧВЕННО-ЭЛЮВИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ

Выше мы уже имели случай касаться некоторых возражений против почвенно-элювиальной теории. Дальнейшие соображения приводятся ниже.

МОЩНОСТЬ ЛЁССА

Против возможности образования лёсса в результате процессов выветривания и почвообразования возражают еще ссылок на большую мощность лёссовых толщ. Рассмотрим, насколько это возражение состоятельно.

Китай. Рихтгофен (1877, р. 59) указывает для Китая лёсс мощностью до 450 м, а Тафель (1914) даже до 600 м (см. Köhler, 1929, р. 22). В. А. Обручев (1895, стр. 305) говорит: «Наибольшей мощности, около 400—500 м, лёсс достигает в высоком и плоском увале, окаймляющем с юга и юго-востока Ордос¹. К югу и востоку от этого увала мощность лёсса уменьшается и для остальных прилегающих частей провинций Шань-си, Шань-си и Гань-су едва ли превышает 200—300 м в настоящее время».

Цифра в 400—500 м для южноордосского лёсса, без сомнения, сильно преувеличена. Мощность эта получена не на основании прямых наблюдений, а косвенным путем. В отчете о путешествии мы читаем у В. А. Об-

¹ Об этой мощности (не менее 400 м) в отношении тех же мест В. А. Обручев говорит в статье 1932 года (стр. 311). Здешний лёсс, залегающий на абсолютной высоте 1 720—1 740 м, это «однородный, типичный лёсс».

ручева (1930, стр. 271): «Сел. Чжан-ди-ца расположено на абсолютной высоте 1 240 м, т. е. почти на 500 м ниже перевала (1 730 м), что прямо дает нам мощность лёссовой толщи в этой северной части плато, так как на всем протяжении спуска от перевала до дна оврага-речки во всех обнажениях виден был только лёсс и лишь на последних 3—4 м коренные породы, подстилающие лёссовую толщу». Не может быть, однако, сомнения в том, что в данном случае мы имеем дело с лёссом склонов, т. е. делювиальным, и разница высот в 500 м не может свидетельствовать в пользу такой же мощности лёссовой толщи. Teilhard de Chardin и Licent (1924, р. 74), посетившие южную окраину Ордоса, в пределах Шань-си, говорят лишь, что лёсс может иметь мощность, «превосходящую 100 м». В последующей работе (1930) Teilhard de Chardin предупреждает от ошибок, влекущих за собой преувеличенные представления о мощности лёсса, и для Шань-си и Шань-си указывает мощность лёсса только в 50—60 м. Равным образом, Hsieh (1933, р. 189) в северном Шань-си не находил толщ лёсса мощностью более 50 м; если же указываются для здешнего лёсса большие мощности, то, говорит Hsieh, это или от того, что в толщу лёсса ошибочно включают красноватые глины (Reddish clay), или от того, что истинную мощность трудно установить из-за делювиальных процессов (secondary loess).

Однако и толща однородного лёсса в 100 м невероятна: все, что нам известно о китайском лёссе, свидетельствует о неоднородности толщ его (см. Barbour, 1930, р. 460—463). Описывая лёсс восточного Гань-су и северного Шань-си, В. А. Обручев (1894, стр. 252) говорит: «Толща лёсса как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении не вполне однообразна. Нижняя толща лёсса нередко серовато-красноватого цвета, более плотна, менее пориста, с большим количеством мергельных конкреций. В южных плато красноватый лёсс слагает уже $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ всей лёссовой толщи и образует кроме того отдельные прослои в верхней трети или четверти, состоящей из лёсса не серо-желтого, а скорее желто-бурого»¹. Таким образом, на долю настоящего лёсса остается всего 70—100 м. Последующие исследователи указывают цифры, колеблющиеся в пределах 60—80 м. Willis (1907, р. 194, 212) по пройденному им маршруту (Чжи-ли, Шань-си, Шань-си, равнины северного Китая) не наблюдал лёсса мощностью свыше 70 м².

Andersson (1923, р. 123) утверждает, что, по его наблюдениям, мощность типичного лёсса в Шань-дуне, Чжи-ли, Шань-си и Хэ-нани не превосходит 50—60 м. Рихтгофен, Обручев и частью Уиллис включали в лёссовую серию также гораздо более древние осадки—именно красные глины с фауной нижнеплиоценового времени (Hipparion и другие), а также «красноватые глины» (terres rougeâtres, Teilhard de Chardin, 1930, р. 609) верхнеплиоценового или нижнеплейстоценового времени, достигающие мощности в 150—200 м.

Ныне твердо установлено, что толщ китайского «лёсса» в несколько сот метров, описывавшиеся прежними исследователями, представляют собой целый комплекс слоев разного возраста. Эту серию Willis (1907, I, р. 183—196) обозначил как формацию huang-t'u (хуан-ду) или «желтая земля» (по китайскому названию лёсса). Согласно Barbour'у (1930), эта формация состоит по крайней мере из трех ярусов:

1) нижний («раоте»), мощностью до 60 м, представленный «красными глинами», начал откладываться еще в нижнеплиоценовое время; он содержит фауну с Hipparion;

¹ Об этой неоднородности китайского лёсса см. также Обручев, 1900, стр. 274—275, 292 и другие.

² См. также Schmitthenner, 1919, р. 313.

2) средний («санмен»), представленный пресноводными осадками, с обильными раковинами Unionidae (Andersson, 1923, р. 117), есть то, что Рихтгофен называл «озерным лёссом» (Seeloess); сверху эти слои переходят в более или менее типичный лёсс небольшой мощности; по цвету этот ярус обозначают как «красноватые глины» (см. выше); они отложились на границе плиоцена и плейстоцена.

Наконец, 3) верхний ярус («malan») включает в себя типичный лёсс, приуроченный к четвертичному времени; он может достигать мощности «от 200 до 300 футов», но обычно не превышает 30 м (Barbour, 1935, р. 55); ближе к морю толща лёсса утончается, и он переслаивается с слоями гравия и т. п.

Но этот верхний ярус, мощностью до 60—70 м, никем не был исследован с такой подробностью, как это было сделано для украинского лёсса, и не может быть никакого сомнения в том, что при ближайшем изучении и эта верхняя толща китайского лёсса (ярус «malan») окажется состоящей из многих горизонтов. Можно отметить, что в лёссе провинции Шань-си Barbour (1935, р. 55, fig. 7) наблюдал до 10 горизонтов ископаемых почв. Ярусу sanmen в настоящее время приписывают пресноводное происхождение (Barbour, 1930, р. 462, 464; Teilhard de Chardin и Young, 1933, р. 231—232). Мы уверены, что китайские геологи после детальных исследований должны будут прийти к выводу, что таким же образом получил начало и ярус malan. Не напрасно Willis (1907, I, р. 185) считал севернокитайский лёсс за аллювий Хуан-хэ. Teilhard de Chardin и Licent (1924, р. 75), исследовавшие типичные лёссы северного Шань-си, только под вопросом обозначают их как эоловые отложения. В связи с тем, что сказанным укажем на позднейшую работу первого из названных авторов. Teilhard de Chardin и Young (1933, р. 231—232) обнаружили, что в юго-восточном Шань-си в течение всего плиоцена, от понтических времен до времени санмен включительно, отлагались осадки, которые они относят к формации потоков и озер (torrential and lacustrine formation). Авторы различают, считая снизу, три типа осадков: 1) красные глины понтического возраста, 2) красноватые суглинки яруса sanmen, 3) красноватые суглинки яруса choukoutien. На последнем ярусе залегает 4) лёсс. Условия залегания и характер суглинков choukoutien весьма похожи на таковые у лёсса (р. 234—235). Упомянутые авторы считают суглинки 1—3 за фацию водных осадков. О происхождении суглинков № 4 они не высказываются. Мы убеждены, что детальное изучение китайского лёсса заставит считать и лёсс за такую же фацию, т. е. за водный осадок, видоизмененный путем процессов выветривания и почвообразования.

Средняя Азия. Переходя к лёссу созетской Средней Азии, нужно отметить, что по рекам Бадаму, Бурджару, Арысу, Боролдаю лёсс залегает толщами в 50 и более метров (Неуструев, 1910, стр. 19). Неоднородность этой толщ и в низовьях Арыса я могу наблюдать: лёсс состоит из слоев, различного механического состава которых обнаруживается даже на глаз.

Берега арыка Боз-су у Ташкента врезаны в лёсс или лессовидные суглинки, достигающие мощности 32—34 м. Но толща эта ясно делится на два горизонта, отличающиеся между собой по структуре, механическому составу, плотности, цвету и гидрологическим свойствам. Верхний горизонт, мощностью 18—22 м, «на первый взгляд представляется однообразным, но при детальном изучении оказывается сложенным чередующимися между собой прослойками тонкослойной супеси мощностью до 2—3 мм и пористых, грубых наощупь, суглинков, мощностью до нескольких десятков сантиметров» (Вавилова, 1933—1935, стр. 102).

В бассейне Чирчика толща лёсса нередко разделена «прослоем грубых песков, явно слоистых, слоистых, с линзами гравия и мелкой галькой, иногда сильно глинистых» (Толстихин, 1929, стр. 258); у Хумсана (на р. Угаме) общая мощность лессовидных образований достигает 55 м, но толща эта разделена на три горизонта (Толстихин, 1936, стр. 55). По Чирчику, в районе Чирчикстроя, лёсс, покрывающий конгломераты пятой террасы (считая пойменную за первую), достигает мощности в 45—50 м, а в низовьях реки свыше 60 м (Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 12, 14), но эти толщи подробно не изучены. Там, где приташкентские лёссы подвергались детальному исследованию, они оказывались неоднородными. Лёссовые толщи в бассейне Чирчика почти всюду содержат прослой и линзы гравия и щебня; в состав этих прослоев и линз входит обломочный материал, снесенный со склонов долины. Это обстоятельство заставляет Васильковского и Толстихина (1937, стр. 39) признать здешний лёсс за делювиально-пролювиальное образование (а в нижней части долины Чирчика—за аллювий этой реки). Андрухин (1937, стр. 11) считает террасовые лёссы приташкентского района (р. Чирчик) за аллювиальное образование; в отложении же здешнего водораздельного лёсса принимали, по его мнению, участие пролювиальные, эоловые и аллювиальные процессы.

Вообще, по мере того, как изучение ташкентского лёсса делается более полным, геологи убеждаются в том, что этот осадок не ветрового происхождения. Воронов, подробно исследовавший лёссы приташкентского района, в 1938 году писал (стр. 5): лёссы и лессовидные породы Средней Азии «в подавляющем большинстве случаев представляют собою сложный комплекс субаэральных (эоловых, пролювиальных, делювиальных и отчасти аллювиальных) наносов мелкоземистого материала, подвергавшегося во время его отложения и позднее процессам почвообразования». Здесь роль ветрового фактора, как видим, еще стоит на первом месте. Но уже в 1940 году тот же автор (Воронов и Дмитриев, стр. 14—15) относительно тех же приташкентских лёссов утверждает, что «роль ветра в накоплении лёссовых толщ района для большинства участков неизмеримо ничтожна по сравнению с деятельностью проточной воды. Лёссы района представляют сложный комплекс субаэральных (делювиальных, пролювиальных и отчасти эоловых) отложений мелкоземистого материала, подвергавшихся в течение всего периода накопления толщи процессам пустынно-степного выветривания и почвообразования, которые и обусловили окончательное сформирование специфических структурных черт лёсса». «Для подавляющего большинства районов Средней Азии, в том числе и для приташкентского района, роль ветра в накоплении лёсса, по нашему мнению, была и остается совершенно незначительной» (стр. 47). Как видим, роль ветра здесь оттеснена на последнее место. Если в предыдущей цитате вместо слов «отчасти эоловых» поставить «аллювиальных», то она будет вполне точно выражать наши представления о процессах образования ташкентского лёсса.

По мнению Воронова (Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 15), основная масса мелкозема, послужившего материалом для образования ташкентского лёсса, имеет пролювиальное происхождение; ближе к горам, на склонах и у подножья гор главное значение имели (и имеют) делювиальные процессы. Что же касается роли ветра, то деятельность этого фактора приурочена «к отдельным небольшим поднятиям в северной и юго-западной частях (приташкентского) района». Во всяком случае, «современная геологическая деятельность ветра в районе совершенно незначительна; ограничивается она лишь сдуванием со склонов гор и с поверхности обрывов мелких частиц и отложением их на соседних участках» (стр. 22).

По взглядам Б. В. Горбунова (1942, стр. 27, 81), лёссы Зааминского

района представляют собою водные аллювиально-пролювиальные наносы. Они неясно-слоисты и достигают 10—12 м мощности.

Западная Сибирь. Лёссы Кулундинской степи, судя по обрыву левого берега долины Оби ниже устья Чумыша, у д. Телеутской, достигают мощности 90 м (Танфильев, 1902, стр. 151). Обычная же мощность кулундинских лёссов 20—25 м, в отдельных случаях 30—40 м (Православлев, 1933, стр. 23). Как указывают И. П. Герасимов и К. К. Марков (1939, стр. 263—264), здешние лёссы переслаиваются толщами глин, песков, а на юге и галечников. Кроме того, кулундинские лёссы или лессовидные суглинки прорезаны несколькими горизонтами ископаемых почв; так, у с. Телеутского Православлев (1933, стр. 48) наблюдал подобных горизонтов пять—шесть.

Материнские породы здешних лёссов, без всякого сомнения, аллювиального происхождения. Об этом, как заметил еще Танфильев (1902, стр. 152), говорит отношение лёсса к речным долинам, слоистость лёсса, местами прекрасно выраженная, нахождение в нижних горизонтах прослоев и линз песка с раковинами, переслаивание с галечниками, местами присутствие гальки величиной от боба до полуладони (стр. 110). Лёсс и лессовидные породы Кулундинской степи являются, по мнению Танфильева (стр. 168), в значительной части «продуктом выноса муги из морены ледника». Точно так же изображают происхождение лёссовых пород здешних мест Герасимов и Марков (1939, стр. 264): «Эти отложения являются одной из характерных пойменных фаций того комплекса аллювиальных отложений, который накапливался в Приобье путем выноса Праобья и Праиртышом материала с Алтая»—особенно в ледниковое время и в эпоху таяния льда. К этому надо прибавить эпигенетическое погружение Приобья—области предгорных опусканий Алтая (Герасимов и Марков, там же).

Лессовидные суглинки на р. Бие в низовьях и на р. Чумыше достигают мощности в 40—60 м (Поленов, 1915, стр. 531). Ближе эти породы не описаны, но они, без сомнения, аллювиального происхождения, ибо, по словам упомянутого автора (л. с.), «в береговых обнажениях, где они нередко покрывают древний аллювий, в нижних горизонтах их обозначается слоистость, прослойки гравия и постепенное сближение по литологическому характеру с подстилающими аллювиальными слоями».

Лессовидные суглинки в Кузнецкой котловине залегают как на речных террасах, так и на междуречьях. Авторы приписывают этим суглинкам мощность до 40—50 м (Яворский и Бутов, 1927, стр. 91). Суглинки террас заключают несколько горизонтов погребенных почв.

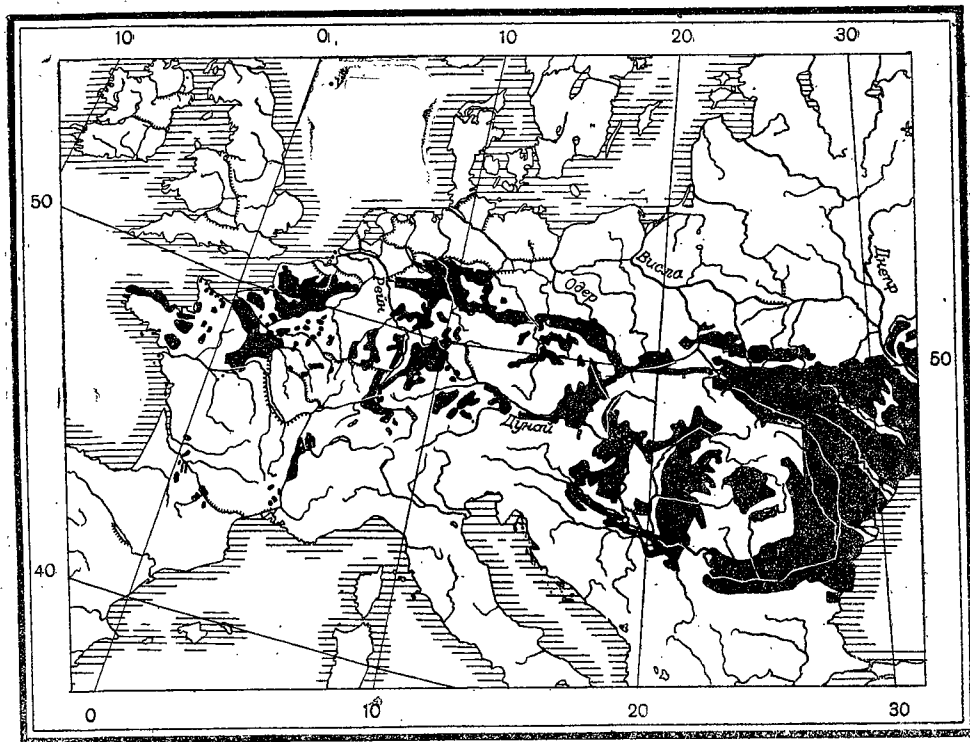
Южнорусский и украинский лёссы. Южнорусский и украинский лёссы, как уже упомянуто, разделены прослоями ископаемых почв на несколько ярусов; общая мощность в коренном залегании (т. е. не на склонах) в среднем 5—10 м (обычно менее 10 м), как исключение до 20 м (Крокос, 1922, стр. 45, 50, 53) или немного больше. На плато по р. Ворскле мощность лёссовой серии 22,1 м. Она пересечена тремя горизонтами почв (см. Заморий, 1935, стр. 63—64, где детально описан шурф). В окрестностях Днепропетровска, около железнодорожной станции Горяиново, общая мощность лёссовой серии равна 27 м. Но эта толща разделена на четыре яруса тремя горизонтами ископаемых почв (Крокос, 1932). Крокос (1927) приводит такие средние и максимальные мощности отдельных ярусов украинского лёсса на плато:

1-й (верхний) ярус	2—5 м, в среднем 3 м (стр. 182)
2-й ярус	3,5—13 м » 5—8 м (стр. 188)
3-й ярус	2,4—14,5 м » (последняя цифра у Днепропетровска (стр. 194)
4-й ярус	1,6—12,3 м » (стр. 199)

Здесь превращение материнской породы в лёсс происходило постепенно, по мере того как заканчивалось отложение отдельных ярусов ее.

Западная Европа. Северная Америка. В западной Европе обычная мощность лёсса не превосходит 1—5 м (в Силезии всего 1—2 м). Но замечательно, что вдоль больших рек мощность возрастает до 10 м, а местами даже, как исключение, до 30 м (такова мощность в долине верхнего Рейна; Grahmann, p. 8, карта II).

В бассейне Миссисипи мощность обычно не более 3 м, иногда до 6—12 м. На берегу Миссисипи у Мемфиса мощность лёсса равна 8,5 м, но на глубине



Распространение лёсса и лессовидных пород в Западной Европе.

от 5 до 6 м от поверхности имеется горизонт ископаемой почвы, так что мощность верхнего яруса лёсса составляет всего около 5 м (Флогев, 1927, p. 8).

Заклчение о мощности лёсса. Итак, истинная мощность отдельных ярусов лёсса вовсе не так велика, как это представлялось прежним исследователям.

Я не вижу оснований, почему бы вышеописанные процессы выветривания (стр. 180 и сл.) не могли превратить в лёсс соответственный мелкоземистый материал мощностью в десяток метров или даже более. В. А. Обручев (1932, стр. 304, 310) считает, что «почвообразовательные процессы» могут превратить в лёсс породу мощностью лишь в 2—3 м, и отсюда делает вывод, что моя теория не может объяснить наличия более мощных толщ лёсса. Но я всегда говорил, что «лёсс и лессовидные породы могут образоваться *in situ* из весьма разнообразных пород в ре-

зультате выветривания и почвообразовательных процессов в условиях «сухого климата» (1916, стр. 637—638)¹.

НАСЫЩЕННОСТЬ ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ЛЁССОВ ОСНОВАНИЯМИ

По данным А. Н. Соколовского (1921, 1943), поглощающий комплекс исследованных им полтавских лёссов, лессовидных пород Украины (Одесса, Кривой Рог) и Феррари (Андижан) оказался не насыщенным кальцием, тогда как поглощающий комплекс развитых на лёссе почв, например, полтавского чернозема, почти насыщен кальцием. Отсюда Соколовский делает вывод, что почвенная теория не в состоянии объяснить происхождение лёсса, ибо в породе, богатой кальцием, а таков именно лёсс, каждый почвенный процесс должен был повлечь за собою насыщение поглощающего комплекса кальцием. Поэтому лёсс не мог отложиться из воды: условия образования лессовидных пород «исключали возможность полного взаимодействия, при образовании их, между карбонатами кальция и поглощающей, коллоидальной частью породы, а это мыслимо только в том случае, когда образование лёсса происходило при минимальном участии воды». Поэтому Соколовский является сторонником ветрового происхождения лёсса: аллювиальная и элювиальная гипотезы исключаются, ибо «большие количества воды растворили бы кальций из карбоната: его достаточно для насыщения поглотителя»². Лёсс это «механическая смесь из бескарбонатного детрита и карбонатной породы». В украинском лёссе «карбонатная и бескарбонатная части породы вначале существовали независимо друг от друга, а затем были смешаны воедино каким-то агентом, действовавшим притом с минимальным количеством воды»; таковым агентом мог быть ветер (эоловое происхождение), или грязевые потоки (пролювиальное происхождение) (1921, стр. 194, 212). Однако выводы Соколовского основаны на примененной им неправильной методике.

В состав коллоидной части лёсса входят минералы: монмориллонит $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и бейделллит $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, а также каолинит³. А известно, что глины и почвы, коллоиды которых сложены монмориллонитом, имеют очень большую емкость поглощения⁴ (Седлецкий, 1940, стр. 88). Для монмориллонита около 100 мг-экв на 100 г вещества (для бейделлита — около 51 мг-экв, т. е. тоже очень большую

¹ По мнению В. А. Обручева (1932, стр. 285, p. 233), я, говоря в 1929 году о процессах выветривания, ведущих к образованию лёсса, в чем-то изменил свой взгляд: раньше я будто бы выдвигал только момент почвообразования, а в 1929 году предложил «новую разновидность почвенной гипотезы, в которой главная роль приписывается глубокому выветриванию». На стр. 262 украинского текста (но не на стр. 294 немецкого, где стоит только «*Bodenbildung*», а слово «выветривание» опущено) сам В. А. Обручев правильно передает мою точку зрения. Изложенное в тексте показывает, что я всегда рассматривал лёсс как продукт выветривания и почвообразования.

² Соколовский (1921, стр. 194) мыслит и такую возможность: допустим, что лёсс образовался как осадок обширного озерного бассейна и имел поглощающий комплекс насыщенным кальцием: «с усыханием же бассейна в этой обратной реакции могло проявиться другое, обратное направление с вытеснением кальция». Однако это последнее предположение С. отвергает, ибо, по моим данным (ссылка на мою работу 1916 года), якобы «об аллювиальном лёссе можно говорить лишь в пределах речных долин».

³ Юсупова, 1941. См. также данные о почвах Черниговской области у Седлецкого (1939, стр. 261) и Пономарева и Седлецкого (1940, стр. 304). Также сыровые глины имеют монмориллонитовый состав коллоидов (Седлецкий, 1939, стр. 258).

⁴ Под именем емкости поглощения Гедройц (1933, стр. 70) понимает сумму всех содержащихся в почве катионов, способных к обмену, т. е. могущих быть вытесненными из почвы. Для вытеснения Гедройц пользовался хлористым аммонием.

емкость). И вообще, чем выше содержание в глинах (и, понятно, в лёссе) монмориллонита, тем больше емкость поглощения. Что касается не коллоидной части ($>0,001$ м.м), то она обменной способностью почти не обладает и в расчет, в интересующем нас вопросе, не принимается. При наличии большого количества кальция в лёссе и при реакции $pH = 7-8$ поглощающий комплекс лёссов не может не быть насыщенным кальцием и другими основаниями.

И, действительно, мы хорошо знаем в настоящее время, что поглощающий комплекс лёссов, вопреки мнению А. Н. Соколовского, полностью насыщен основаниями. Степень насыщенности лёссов основаниями равна 100%. В лёссах Зааминского района (подгорная равнина и предгорья Туркестанского хребта) поглощающий комплекс полностью насыщен основаниями: «сумма поглощенных кальция и магния составляет от 92 до 93% емкости обмена, остальные 2—8% падают на калий и натрий». При этом замечательно, что количество поглощенного магния весьма значительно, составляя от 37 до 67% емкости объема и обычно превосходя количество поглощенного кальция (Б. В. Горбунов, 1942, стр. 50—51). Образцы лёссов брались с глубины в 1,0—1,7 м от поверхности почвы. Почвы здесь не орошаемые, частью целинные. Такие же данные получены для приташкентских лёссов: их поглощающий комплекс на 93—100% насыщен кальцием и магнием и на 100% основаниями (Беседин и Сучков, 1939, стр. 215—216).

Вот некоторые, заимствованные из книги Ремезова и Щербы (1938, стр. 130) (см. также Ремезов, 1938, стр. 641), данные о составе и содержании обменных катионов в подпочвах (горизонт С) сероземов:

Обменные основания в мг-экв на 100 г					pH водной суспензии
Глубина Гумус	CaCO ₃	Ca+Mg Савай,	Na Фергана	Всего	
40—50 см	0,29	17,6	13,2	14,9	8,5
60—70	—	16,7	21,2	24,5	8,1
40—50	—	Пахта- 22,0	арал, 13,1	Казахстан 2,9	16,0

Во всех этих случаях, как и в вышеприведенных, поглощающий комплекс лёссов, вопреки мнению А. Н. Соколовского, насыщен основаниями¹. Понятно, он не сплошь насыщен кальцием, ибо в состав обменных оснований входят также магний, калий и натрий.

«Благодаря высокому содержанию углекислого кальция,—говорит Н. П. Ремезов,—степень насыщенности основаниями при нейтральной ($pH = 7,0$) и даже при слабощелочной ($pH = 8,0$) реакции равняется 100%».

Ниже приводятся результаты анализа образца чимкентского лёсса, взятого С. С. Неуструевым. Анализ произведен в январе 1941 года М. В. Кудрявцевой в лаборатории проф. Б. Б. Польнова (в % на абсолютно сухую навеску):

Обменные основания в мг-экв на 100 г					
CO ₂	CaCO ₃	Ca	Mg	Na	Всего
7,98	18,15	28,24	6,94	1,51	36,69
в % емкости				pH	
Ca	Mg	Na	солевая		
76,97	18,91	4,12	7,2		

¹ См. также Воронов, 1938, стр. 49, и Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 59. Ср. так же относительно сероземов Кудрин и Розанов, 1937, стр. 748.

Как видим, поглощающий комплекс этого лёсса полностью насыщен основаниями.

Мало того, необходимо указать на следующее обстоятельство, на которое обратил мое внимание покойный А. И. Рабинерсон (см. Рабинерсон, 1941; Антипов-Каратаев, 1941).

По мнению А. Н. Соколовского, поглощающий комплекс лёсса потому, якобы, не насыщен основаниями, что эта порода отлагалась не из воды, а из воздуха, т. е. была первично сухой — а так как *согрома non agunt nisi soluta*, то в сухой породе не могло произойти обменных реакций. Но, как показывают новейшие исследования Енни (Jenny, 1939), известного авторитета в области коллоидной химии, при соприкосновении частиц ионы могут переползать с поверхности одной частицы на другую и вступать непосредственно в обменные реакции без участия окружающего раствора. Произведен был, например, такой опыт. На слой бентонита¹, насыщенного железом, накладывался слой бентонита, насыщенного натрием или калием или водородом. Через неделю оказалось, что ион железа повсюду поднялся примерно на 5 мм над границей между обоими гелями. Контрольными опытами было установлено, что, действительно, может происходить обмен между ионами, принадлежащими соприкасающимся частицам — без участия в этом процессе интермицеллярной жидкости. В настоящее время доказано, что растение, при помощи своих корней, может адсорбционно поглощать питательные вещества непосредственно из твердой фазы почвы, минуя почвенный раствор (это так называемый контактный обмен; Ратнер и другие, 1946).

Итак, при наличии большого количества карбонатов в лёссе, поглощающий комплекс этой породы оказался бы насыщенным кальцием даже в том случае, если бы лёсс являлся продуктом отложения пыли в степях, как то предполагает ветровая теория.

Сказанное может служить к опровержению мнения Н. Я. Денисова (1944, стр. 16), будто воздействие кальция на породу возможно только при посредстве растворов.

Заключаем:

- 1) поглощающий комплекс лёссов не может не быть насыщен основаниями, главным образом, кальцием,
- 2) он фактически насыщен основаниями,
- 3) из этого обстоятельства нельзя сделать никаких выводов относительно способа образования материнской породы лёсса: при любом способе — водном или субаэральном — поглощающий комплекс нормально (т. е. не выщелоченного) лёсса должен быть насыщен основаниями.

ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ВЕТРОВОЙ ГИПОТЕЗЫ

Хотя ветровая гипотеза происхождения лёсса еще пользуется большим распространением на Западе и в Америке, у нас большая часть исследователей не придерживается ее².

¹ Бентонит — глина, состоящая в основном из монмориллонита, реже из бейделита; оба эти минерала присутствуют в лёссах. При смачивании водою бентонит разбухает в 10—15 раз, а при дальнейшем добавлении воды образует устойчивый коллоид.

² Поэтому если Л. В. Пустовалов (1940, II, стр. 155) говорит, что «в настоящее время большинство исследователей рассматривает лёсс как эоловое образование», то это относится к исследователям не советским. В СССР же большинство лиц, работающих в области четвертичных отложений, в настоящее время не придерживается ветровой гипотезы. Впрочем научные вопросы не решаются большинством голосов.

В нижеследующем мы дадим резюме наших возражений против ветровой гипотезы.

СОВРЕМЕННОЕ ЛИ ОБРАЗОВАНИЕ ЛЁССА?

Рихтгофен, Willis (1907, р. 184—5, 242) и Schmitthenner (1933) для Китая, Соколов (1886, стр. 42) для Украины, Тутковский (1889, стр. 219, 243) для Средней Азии, В. А. Обручев (1911; 1932, р. 295, 317; 1933, стр. 133—134; 1940, стр. 175) для северного Китая, Семиречья, пограничной Джунгарии, Закаспийского края и Забайкалья, Махачек (1912, р. 140) для Ферганы, Кийз (1932) для Северной Америки—все эти авторы, а также многие другие, думают, что лёсс во всех названных местах доньше продолжает образовываться из пыли.

Средняя Азия. Отметим прежде всего, что представление огромном почвообразовательном значении пыли выносятся путешественниками как результат посещения таких мест Средней Азии (и Китая), которые уже в течение нескольких тысячелетий подвергаются сельскохозяйственной культуре. Здесь верхние горизонты почвы распаханы до такой степени, что достаточно небольшого ветра, чтобы вся атмосфера заволочлась пыльным туманом. Известно, какие массы пыли залегают по дорогам в лёссовых областях Советской Средней Азии. В Фергане летом редко можно застать прозрачную атмосферу.

Еот как описывает И. Мушкетов (1886, стр. 531) свой путь в окрестностях Джама (на пути из Самарканда в Карши). Здесь в лёссовой области сильный северо-восточный ветер сделался «положительно невыносимым, так как поднимал целые тучи лёссовой пыли, от которой атмосфера приняла буквально лёссовый, желтовато-серый цвет». Иногда путешественник попадал в лёссовые пыльные смерчи. В Джама «лёссовая пыль переносилась и наносилась около всякого предмета в таком огромном количестве, что в продолжение нескольких часов образовались местами кучки ее до 15 см высотой» (стр. 532). Эта пыль лёсс о в а я не в том смысле, что она дает начало лёссу, а в том, что она образуется из лёсса.

По наблюдениям специальной пылевой станции близ Оша, за лето 1913 года был всего один, свободный от пыли (мглы) день. Ежедневно днем пыль приносилась с северо-запада, из оазиса, низинным долинным дневным бризом; мгла достигала максимума перед закатом солнца; ночью же она рассеивалась сильным южным ночным бризом с гор. Тончайшая пыль, увлекаемая вверх ветрами и конвекционными течениями, поднимается до высот по крайней мере в 6 000 м (М. Неуструева, 1914, стр. 171). Но совершенно очевидно, что это не есть та пыль, которая может дать начало лёссу, ибо она сама происходит из лёсса благодаря деятельности человека. Наблюдения Неуструевой показывают, что в Фергане мы имеем дело с местной, автохтонной пылью, отвеянной от местных почв: по механическому составу исследованная пыль оказалась гораздо более глинистой чем местные лёссы, заключая 74% частиц менее 0,01 мм диаметром, тогда как в здешнем лёссе таких частиц всего 57%.

Если бы ферганский лёсс был пылевого происхождения, то толщина его в один метр потребовала бы на образование миллиона лет (Неуструева, стр. 173)¹. Допуская, что на Ошской станции не вся пыль улавливалась

¹ Гораздо большие количества пыли обнаружены на пылевой станции у озера Балатон, в Венгрии. Здесь, по двухлетним наблюдениям 1897—1898 годов, за год выпадает слой в 0,72 мм, и Loscu (1916) вычисляет, что лёсс комитата Samogy, имеющий 10 м мощности, мог бы образоваться из пыли в 22½ тысячи лет. Но цифры эти совершенно фиктивные. Подобно тому как на Ошской станции, и в Венгрии пыль есть продукт деятельности человека: окрестная страна вся распахана.

и что в природе накопление ее идет вообще быстрее, и принимая скорость ее отложения даже в десять раз большую, т. е. один метр за сто тысяч лет, мы все же получим, что на образование толщи украинского лёсса мощностью в 5—8 м потребуется от 500 000 до 800 000 лет—промежуток, очевидно, несообразно большой.

Неуструевым (1910) было показано, что в современную эпоху в Средней Азии «эолового» лёсса не образуется. Верхние горизонты лёсса преобразованы в типичную нормальную почву—серозем, приписывать которому ветровое происхождение столь же мало основания, как почвам каштановой или черноземной зон. В ряду прочих зональных почв типичные сероземы занимают совершенно определенное географическое положение, залегают к югу от подзоны карбонатных серо-бурых суглинков или пустынных сероземов.

Украина. Когда в доисторические времена туркестанские лёссовые области не были еще распаханы, они были покрыты растительностью (правда, скудной), и вряд ли ветер мог здесь выдувать из почвы хоть сколько-нибудь значительные количества мелкозема. Цитируемые Н. А. Соколовым (1896) любопытные исследования Бычихина (1892) касательно выдувания и переноса частиц почвы на побережье Азовского моря относятся к почвам, подвергавшимся действию долговременной культуры. Излишне говорить, что в естественных условиях ничего подобного происходить не может. Вот что говорит Бычихин (стр. 378): почвы Украины, приближающиеся по своему механическому составу к типичному лёссу, в естественном состоянии имеют зернистую структуру; под влиянием обработки структура эта исчезает, и почва принимает порошкообразное или пылеобразное строение. «Почвы с такой пылеобразной структурой наиболее подвержены процессу выдувания, а так как подобную структуру почвы приняли благодаря усиленной зерновой культуре в течение последних двух-трех десятков лет, то, несомненно, к этому времени и должна относиться наибольшая степень выдувания»¹.

Какие громадные количества пыли переносятся во время сильных ветров с пашен, показывают описания «черных», т. е. пыльных бурь в причерноморских степях. Самые черные бури свирепствовали в северном Приазовье зимой 1885/86 года. «Тучи темной земли-пыли наполняли морозный воздух, застилали дороги, затрудняя сообщение между деревнями, заносили сады—местами деревья были засыпаны на высоту 3 м—ложились валами и буграми на улицах деревень и сильно затрудняли движение по железным дорогам; местами даже приходилось отрывать железнодорожные полустанки от сугробов черной пыли, смешанной со снегом. В Бердянском уезде было занесено землей до 1 600 крестьянских усадеб, причем в некоторых деревнях (например, в Диановке) домохозяева, несмотря на оказанную помощь, предпочли не отказываться, а переселиться на новые места» (Шенберг, 1915, стр. 103; см. также Бычихин, 1892).

Вот к этого рода эоловым наносам и могут относиться слова Рихтгофена: «обогащение почвы эоловыми наносами в южных черноземных областях России едва ли может подлежать сомнению».

Громадные разрушения произвели пыльные бури в причерноморских степях в апреле и мае 1892 года. Осень 1891 года, зима и весна 1892 года

¹ Надо, впрочем, отметить, что земледелие в причерноморских степях процветало еще задолго до нашей эры: как известно, Геродот упоминает о скифах-земледельцах. Развевание украинских пахотных почв имеет таким образом длинную историю. И действительно, данные раскопок Ольвии, находившейся в устье Южного Буга, показывают, что здесь в течение 1 200 лет образовался на развалинах эоловый нанос мощностью в 2,2—2,5 м (Баранов, 1913, стр. 120).

были здесь сухими, и верхний слой почвы превратился в пыль. Когда в апреле начались бури, с полей было вынесено громадное количество мелкозем. Из-за пыльных заносов останавливались поезда. Канавы глубиной до 1,5 м оказались засыпанными. Местами поля были гладко выметены, как ток, местами же засыпаны на 30 см черноземным наносом. Область выдувания была окружена широкой полосой пыльных туманов, простиравшихся вплоть до Дании и Швеции (Шенберг, 1915, стр. 101—102).

26—27 апреля 1928 года в степной Украине свирепствовала сильная черная буря. В отдельных районах почва была выдута на 12 см. В Николаеве с утра 26 апреля мелкая пыль стояла в воздухе как густой туман; к 9 часам утра сделалось темно, как в сумерках, и в комнатах нужно было зажигать свет. На железнодорожных путях местами образовались песчаные наносы. Всю площадь, на которой выпадала пыль на Украине, в Румынии и в Польше, оценивают в 600 000 км², а количество перенесенных осадков в 2 млн. т. За Карпатами пыль не выпадала, но помутнение атмосферы от пыли наблюдалось вплоть до Балтийского моря (Стоппи и Вильны (Вознесенский, 1930; Stenz, 1931).

Башкирия. В черноземных районах Башкирии разрушение почвенного покрова принимает в иные годы катастрофический характер (Якубов, 1945, стр. 17): так, в 1940 году здесь отмечено до 30 случаев пыльных бурь, которыми повреждены посевы на площади в 300 тыс. га, из которых 60 тыс. га погибли. Местами весь пахотный слой почвы был выдут, местами, у препятствий, образовались накопления ветровой пыли до 2 м мощностью. Тонкая пыль выносилась из очагов выдувания на 120—150 км, иногда выпадала в виде грязевых дождей. Среднее количество удаленного ветром мелкозема в течение одной бури достигало 120—125 т с гектара. Как отмечает автор, причиной разрушения почв является «длительное нерациональное землепользование в прошлом». Пыльные бури здесь вызываются главным образом преобладающими юго-западными и частично западными и южными ветрами. Здешные карбонатные черноземы, будучи оголены от растительного покрова, очень мало устойчивы в отношении развевания.

В Соединенных штатах пыльные бури за последнее время сделались народным бедствием. Особенно сильны они были в засушливый 1935 год. Причина заключается в хищнической распахке и выпасе песчаных почв на Великих равнинах (Great Plains) в десятых годах настоящего века. Пыль переносится на восток из Большого бассейна через Скалистые горы или из Великих равнин и иногда достигает Атлантического океана. Так, 12—13 ноября 1933 года громадное пылевое облако распространилось вместе с циклоном из Великих равнин до Филадельфии и Алабамы. Во время пыльной бури 9—11 мая 1934 года пыль над Бостоном поднялась не менее чем до 7 км в высоту. С февраля по май 1935 года снова свирепствовали такие ужасные пыльные бури, что днем делалось темно, как ночью, и в полдень приходилось прибегать к искусственному освещению; вся страна от Аризоны до Новой Англии была заполнена пылью (Ward and Brooks, 1936, pp. 129—130, здесь и литература).

Приведенные данные об американских пыльных бурях чрезвычайно поучительны. Они показывают нам:

- а) какие громадные количества пыли могут образовываться в результате деятельности человека (хищнической распахки);
- б) пыль эта поднимается до громадных высот, в 7 и более километров;
- в) пыль эта достигает океана.

Только полным незнакомством с современным состоянием почвоведения можно объяснить утверждение Кийза (1932, стр. 28—29), будто он

на р. Миссури наблюдал лёсс «в процессе его образования» и тем «разрешил мириады затруднений, с которыми встречаются приверженцы идеи о ледниковом происхождении лёсса»: в настоящее время пыль из юго-западных пустынь США переносится ветром в бассейн Миссури и здесь, якобы, оседает в степных районах, давая начало «так называемым равнинным известковым суглинкам». Взгляд на карту почв в Большом Советском атласе мира (№ 40—42, 1937) показывает, что на юго-западе США развиты сероземы и родственные им почвы (частью песчаные почвы пустыни), а по Миссури с востока на запад: черноземовидные, черноземы и каштановые. Приписывать почвам по Миссури ветровое происхождение столь же мало оснований, как и нашим соответственным почвам¹.

Пыль в Египте. О том, какое влияние имеет в пустыне разрыхление верхнего горизонта почвы, можно судить по наблюдениям над пыльными бурями, сделанным в Египте в течение 1939—1945 годов. Наблюдения производились близ берега моря, в 50 км к западу от Александрии. Нормально здесь бывает 3—4 пыльных бури в год, но в 1939—1940 годах (с октября по сентябрь) их было 8, в 1940—1941 г.—40, в 1941—1942 г.—51, 1942—1943 г.—20, в 1943—1944 г.—26, в 1944—1945 г.—4. Резкое увеличение в 1940—1944 годах есть следствие войны: переселявшиеся бедуины усиленно истребляли на топливо кустарниковые заросли, а военные операции способствовали дальнейшему распылению почвенного покрова (Oliver, 1945).

Пыль в Китае. По мнению В. А. Обручева (1933, стр. 133—134), в северном Китае и в современную эпоху продолжается образование лёсса из центрально-азиатской пыли, «к которой примешивается и местная от развевания лёсса на пашнях, дорогах, в обрывах оврагов и долин, аллювия в руслах рек»; но это не только местная пыль: на северной окраине Китая «ясно видно, что пыль несется из пустынь Центральной Азии». Далее, как указывает В. А. Обручев, в типичном лёссе окрестностей города Си-ань-фу в Шэнь-си на глубине нескольких футов был найден несторианский памятник 781 года нашей эры (см. также 1932, стр. 283; р. 320).

Однако, как известно, археологам во всех климатах приходится находить свои объекты на некоторой глубине—по той причине, что в обжитых местностях пыль постепенно покрывает все остатки предыдущих культур. Например, в Риме, как я лично видел, основание Траяновой колонны на несколько метров ниже современной поверхности площади. Но отсюда нельзя сделать вывод, что в Риме в современную эпоху отлагается лёсс.

За одну мартовскую ночь 1927 года в Пекине выпало во время пыльной бури количество пыли, оцениваемое в 43 с лишним тонны на 1 км². По минералогическому и химическому составу она оказалась неотличимой от типичного лёсса здешних мест (Barbour, 1935, р. 55, 59). Без сомнения, это была пыль, выдута с полей северного Китая².

¹ Венгерский почвовед Трейц (Treitz) довел в 1913 году ветровую теорию до полного абсурда: вся Венгрия, включая и Карпаты, оказывается, покрыта пылевым наносом, из которого, смотря по местным условиям, образовались различные почвы. В Лесных Карпатах есть горно-луговые почвы, образовавшиеся на пылевых лесовидных отложениях; в более низких горизонтах этих гор бурные лесные почвы под букowymi лесами и подзолистые под дубовыми тоже эолового происхождения и так далее. Отложение лёссовой пыли продолжается и сейчас; от этого зарастают водоемы на низменности между Дунаем и Тисой, а источники в некоторых частях Карпат засоляются карбонатами. По последним соображениям Трейца, пыль эта принесится из Сахары. Работ Трейца в подлиннике я не читал, а упоминаю о них по изложению у Kungaldier (1933, pp. 35—37), который, будучи сам ревностным сторонником эоловой гипотезы, все же вынужден признать, что Трейц «перехватил через край».

² Cp. Köhler, 1929, p. 30.

Шмиттгеннер (1933, р. 241), сторонник ветровой теории, отмечая обилие зимой пыли на нераспаханных травяных пространствах северного Китая, допускает возможность, что это продукт развевания полей на соседних низинах.

Пыльные бури в северном Китае преобладают в прохладное время года, с ноября по апрель, ибо в это время пашни совсем не покрыты растительностью и господствует сухая, прохладная погода с северными и северо-западными ветрами. Летом же здесь идут муссонные дожди, и пыльных бурь или совсем не бывает, или они очень редки (см. таблицу распределения пыльных бурь по месяцам у Köhler, 1929, р. 84). В южном Китае метеорологические условия не благоприятствуют выпадению пыли в значительных размерах.

Леса в северном Китае на низменностях были сведены в историческое время (Granet, 1929, р. 84; Гурвич, 1940). Какое влияние оказывают здесь обезлесение и распашка на верхний слой почвы, об этом можно судить по примеру соседней Манджурии. В Гиринской провинции, в Тун-иньском уезде (45°10'—45°50' с. ш.), хозяйства, созданные на склонах на месте вырубленных и вырубаемых лесов, сейчас же начинают испытывать действие ветров, особенно весенних, которые выдувают плодородную черноземную почву. «Эти ветры оставляют на полях лишь твердые частицы песка, а плодородную почву сгоняют вниз. Если не будет принято мер к рациональной защите полей от такого действия ветров, то хуторянам поневоле придется бросить обработанную землю и искать счастья на новых местах» (Павлов, 1928, стр. 9).

Я хотел бы обратить здесь внимание на интересные наблюдения А. Д. Воейкова, заведующего опытной станцией в Харбине, над пылью в Манджурии. Зимой здесь очень холодно, и вместе с тем небо ясное, и абсолютная влажность мала. На пашнях «комья земли среди снега очень быстро высыхают и разносятся ветром, как пыль, по поверхности снега. Зимой от Цицикара и до Мукдена можно видеть сугробы снега, сплошь занесенные черными полосами пыли. Сугробы порой кажутся состоящими не из снега, а из одной только пыли. Дальше к Пекину картина та же, но снега еще меньше, и пыль не черная, а желтоватая» (А. Д. Воейков, 1927). Летом здесь, как известно, идут дожди, и атмосфера очень влажная, почему такого развевания пашен происходить не может. Из предыдущего ясно, что пыль в Манджурии происходит не от развевания петро-нутых пород и почв ветром, а есть результат деятельности человека.

Любопытно, что Шмиттгеннер (1933, р. 241), сторонник ветрового происхождения китайского лёсса, полагает, что если бы не земледелие, то накопление эолового лёсса в северном Китае продолжалось бы и в настоящее время. Я считаю, что земледелие есть источник «лёссовой пыли», а по Шмиттгеннеру выходит, что земледелие мешает отложению эолового лёсса!

Во всяком случае совершенно исключается мысль о том, чтобы северокитайский лёсс мог образовываться в настоящее время из приносимой ветром пыли. Знаток четвертичной геологии северного Китая Teilhard de Chardin (1930, р. 612) считает северокитайский лёсс за геологическое, хотя и сравнительно недавнее, образование.

Заключение. Механический состав заведомых пылевых и вообще эоловых осадков обычно совсем иной чем у лёссов. Заимствуем у Кёйля (Köhl, 1931, pp. 88—89) таблицу, показывающую это (см. ниже, стр. 247).

Здесь только осадок пыльной бури в Польше может, по механическому составу, быть сравниваемым с лёссом. Однако во время бури 26—27

	>0,2	0,2—0,05	0,05—0,02	<0,02 мм
Лёсс с террасы Дуная у Кресса . .	43	35	33	19%
То же	7	30	31	32
Осадок пыльной бури в Буковине .	4	2	14	80
Осадок пыльной бури в Польше .	1	3	44	52
Осадок пыли из Сахары	19	78	1	2
Летучие пески, Kalocsa, Венгрия .	32	56	3	9

апреля 1928 года, в пыли, осаждавшейся в Снятыне, Коломые, Миколаеве и Львове, преобладали частицы диаметром 0,003 мм (Вознесенский, 1930, стр. 284).

Таким образом, следует иметь в виду, что когда мы говорим об «эоловых» почвах и вообще о геологических образованиях, отложившихся нацело или почти нацело из атмосферной пыли, мы возвращаемся в области предположений, но не наблюдения реальных явлений. Если при теперешних физических условиях советской Средней Азии, где на низинах, в течение летних месяцев не выпадает ни капли дождя, где у подножья гор имеются степи, которые, по ветровой гипотезе, фиксируют пыль; если даже в такой стране, в которой, казалось бы, собраны воедино все условия для образования и накопления атмосферной пыли, тем не менее не образуется «эолового» лёсса, то трудно себе представить, при каких вообще условиях он может отлагаться.

СУДЬБА ПЫЛИ

Нередко спрашивают: куда же деваются переносимые ветром продукты развевания горных пород, развитых в пустынях? Ведь где-нибудь этот материал должен же откладываться?

На это мы ответим так.

Пыль в сухих областях переносится ветром по поверхности почвы до тех пор, пока не попадет в солончак, наполненный водою такыр, озеро, речку или реку, или, наконец, в море (как, например, пыль из Сахары уносится по большей части в Атлантический океан).

Приведем два примера, иллюстрирующих сказанное. Вот как описывает очевидец процесс отложения и последующего переноса пыли в Иране, у Ардистана (город в 250 км на юг-юго-восток от Тегерана), в конце марта. После тихой и ясной ночи «за каждым камешком, соломинкой, былинкой» наблюдалось отложение «тонкого слоя лёссовой пыли; она совершенно похожа на растертый между пальцами лёсс. Солнце стало припекать, поднялся легкий ветерок, и осевший лёсс снова поднялся в воздух» (Матисен, 1905, стр. 545). Калицкий (1914, стр. 15) следующим образом описывает бурю у Нефтяной горы, что в Туркмении близ станции Бала-ишем, лежащей среди песчаной, щебневой и солончаковой пустыни. Буря с востока началась ранним утром 1 (14) апреля, ветер достигал такой силы, что трудно было идти против него; дома все были покрыты густым слоем песка. После этой бури воздух был до такой степени наполнен взвешенной в нем пылью, что два дня не было видно ни Большого, ни Малого Балхана, несмотря на то, что 2-го и 3-го было тихо; между тем обычно Б. Балхан с Нефтяной горы виден во всех подробностях. Несмотря на такое изобилие пыли, лёсса в районе Б. и М. Балхана, как известно, нет.

Вот как изображает Rathjens (1928, р. 226), сторонник ветровой гипотезы, работу ветра в Триполитании: жаркий южный ветер, дующий

из Сахары, тот самый, который в Египте называется хамсином, переносит громадные количества пыли и мелкого песку; воздух становится непрозрачным, вся местность как бы окутывается дымкой. Хотя пыль и песок и отлагаются здесь в это время, однако в ближайший дождливый сезон все это смыывается прочь, и лёсса здесь в современную эпоху не образуется¹.

Мы не хотим, конечно, сказать, что пыль не играет никакой роли в формировании почв. Пыль, несомненно, принимает участие в образовании почвенной массы во всех зонах, начиная от пустыни и кончая тундрой², в одних составляя больший, в других меньший процент. Но только лёсса этим путем не получается.

В случае, если дождь, не частый в пустыне, прибьет пыль к земле, пыль входит в состав почвы в качестве ее ингредиента, не отличимого от «нормальных» элементов почвенного мелкозема и ничего не имеющего общего с лёссом³, что явствует из следующих примеров.

В южных частях центральной Сахары (например, в Ахаггаре и южнее, под 21—22° с. ш.), а также в Судане Chudeau (1909, p. 137) наблюдал весьма редкое здесь явление мглы (*la brume*), сопровождающееся выпадением тонкой желтоватой пыли. Эта пыль особенно хорошо видна, когда начинает идти дождь: каждая капля, испарившись, оставляет после себя пятно грязи. Туземцам в Судане описанные сухие туманы хорошо известны: когда выпадает много пыли, бывает хороший урожай, говорят они. И тем не менее, ни в Судане, ни в южной Сахаре лёсса нет.

Итак, факты говорят, что даже там, где пыль принимает явное участие в образовании почвы, все же — и в этих благоприятных условиях — лёсса не образуется.

Известная часть пыли уносится из пустынь и отлагается, конечно, временами в полупустынях и степях⁴, но, как мы указали выше, эолового лёсса в настоящее время нигде не отлагается.

Значительная часть пыли увлекается воздушными массами в высокие слои атмосферы, до высот в 7000 м и более (см. выше, стр. 244), переносится на значительные расстояния и попадает в конце концов в океан. Пыль из Сахары достигает Скандинавии (см. Берг, 1938, стр. 244).

Итак, мы отрицаем существование почв, нацело или почти нацело состоящих из атмосферной пыли, кроме разве исключительных случаев, созданных в результате деятельности человека, или совершенно особых условий, наблюдаемых, например, в Исландии, где свободно развеваемый ветром очень легкий вулканический (палагонитовый) туф, а также пепел дают начало особой «лессовидной» породе *mohella* (Thoroddsen, 1905, p. 29)⁵.

¹ Так называемый лёсс Триполи — это лессовидный песок: он заключает 90% частиц диаметром свыше 0,1 мм.

² Обнаженная от растительности тундра в Сибири дает иногда при высыхании тонкую и легкую пыль. См. также у Free (1911, p. 103) указания на нахождение минеральной пыли на снегах и льдах в арктической области. О развеивании современных флювио-гляциальных осадков в Гренландии см. Hobbs, 1931, p. 331—335; на Памире (р. Мук-су) — Попов, 1936, стр. 41, 42, 45.

³ На это указывает и Неуструев, 1910, стр. 22.

⁴ А иногда и гораздо далее к северу. Как известно, африканская пыль выпадала 10—13 марта 1901 года во многих местах Европы на север до Гамбурга, Дании и Пермской губернии, а 19—23 февраля 1903 года — до южной Англии и Скандинавии.

⁵ Эта *mohella* имеет, в общем, весьма мало похожего на лёсс. Она нередко грубо слоиста, переслаивается слоями торфа, галечников, ледниковых отложений, лав, пемзы, заключает обломки камней. Во всяком случае *mohella* принимает свойственный ей облик под влиянием растительности: согласно описанию, она пронизана корешками растений. Есть основания думать, что своим формированием эта порода обязана предыдущей, более сухой, эпохе. Отметим, что и летучие пески в Исландии почти сплошь состоят из продуктов разрушения вулканических туфов и из вулканических пеплов (Thoroddsen, p. 27).

В связи со сказанным небезынтересно привести следующие данные. На юге европейской части Союза отмечено несколько случаев нахождения вулканического пепла среди четвертичных отложений (см. Заморий, 1937). У Днепропетровска пепел обнаружен в толще лёссовой серии, именно (I. с., стр. 37; в скобках синхронизация этого автора):

(W?). 0,00—9,00 м. Почва, ниже переходящая в желтовато-палевый, среднелессовидный суглинок.

(R—W). 9,00—9,22 м. Слоистый, плитчатый вулканический пепел беловато-желтоватого цвета, не вскипающий с соляной кислотой, но похожий по морфологическим признакам на лессовидный суглинок. Граница с подстилающей и покрывающей породой резкая. Горизонт этот (22 см) состоит на 40% из обломков пористого стекла (вулканического пепла), прочее же представлено минералами лёссовой серии: здесь есть кварц, авигит, полевой шпат, гипс, глинистые минералы и проч.

(R—W). 9,22—9,72 м. Желтовато-палевый среднелессовидный плитчатый суглинок.

(R). 9,72—9,74 м. Прослойка вулканического пепла.

(R). 9,74—16 (17) м. Желтовато-палевый среднелессовидный, неясно слоистый лессовидный суглинок.

Согласно объяснению Замория, вулканический пепел отлагался одновременно с лессовидными суглинками — «эоловым путем». Но, очевидно, невозможно представить себе, чтобы «эоловая пыль», давшая начало лессовидному суглинку, выпадала в таком же количестве, как и вулканический пепел. Процесс отложения пород толщ R—W и W происходил, по моему мнению, следующим образом. После того как вулканический пепел слоя 9,00—9,22 м выпал в воду и смешался с местным аллювием, данное место осушилось и подверглось процессам выветривания; вся порода мощностью 52 см, включая и прослойку с пеплом, приобрела лессовидный облик. Затем снова последовали затопление и осушение, давшее начало верхней лессовидной толще в 9 м.

ПЕСКИ КАК ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЛЁССОВОЙ ПЫЛИ

Указывают (Обручев, 1929, стр. 126), что в сыпучих песках во время сильных ветров поднимается большое количество пыли, которая может дать начало лёссу. Но мною показано (Берг, 1911; см. также Климат и жизнь, 1922, стр. 162—165, 174—176), что подвижные пески Средней Азии есть в громадном большинстве случаев результат деятельности человека, уничтожившего естественный растительный покров песков. Имеется целый ряд исторических свидетельств, указывающих на прежнюю неподвижность многих песчаных пространств, ныне занятых сыпучими песками. Господствующие типы песчаных накоплений в Туркмении — это бугристые пески, грядовые пески и песчаные равнины; все они в естественном состоянии закреплены (см. Берг, 1929, стр. 55—56). Движущиеся же пески (барханы) обычно располагаются поблизости культурных районов, например, по берегу Аму-дарьи, вдоль дорог, у колодцев, на пастбищах и т. п. Стоит только прекратить выпас скота и вырубку кустарников на топиливо, и через 5—6 лет развеивание песков прекращается, пески теряют подвижность и покрываются растительностью, как это наблюдал Дубянский (1929, стр. 167) в 1925 году в Керкинском районе Каракумов. На обширной субэвразийской дельте Мургаба, являющейся третьей надпойменной террасой этой реки, пески «закреплены растительностью и только по окраине оазиса», где растительный покров уничтожается человеком и его стадами, пески являются более подвижными, переходя на отдельных участках в летучие барханы (Федорович и Кесь, 1934, стр. 71). Развеивание песков

и вынос пыли из них может происходить лишь там, где пески только что образовались. А новообразование песков в Каракумах наблюдается, в естественных условиях, только в долине Аму-дарьи. Словом, развевания песков пустыни—хотя бы в сколько-нибудь заметных размерах—в настоящее время в естественных условиях не происходит. Пыль же в песках есть продукт развевания искусственно разбитых песков. Это результат деятельности человека¹.

В египетской пустыне пыльные бури случаются реже чем песчаные. Число песчаных бурь сильно возросло здесь во время войны. Так, в 50 км к западу от Александрии с января по май было в среднем песчаных бурь: за 1935—1939 годы—5, в 1940 году—8, а в 1941-м—уже 32. Причина—разрушение поверхностного покрова песков в результате военных действий, а также вырубка кустарников (Neuwood, 1942).

Макеев (1933, стр. 128) обращает внимание на то обстоятельство, что в Средней Азии сильное загрязнение воздуха характерно для районов, где распространены лёссовые отложения, дающие при распахке большие количества пыли. В песках же, как в Закаспийских Каракумах, так и в Кызылкумах—очевидно, в закрепленных—по наблюдениям упомянутого автора «пыль в воздухе почти не наблюдается».

Горностаев, признающий ветровое происхождение лёсса, все же утверждает, что пески юго-восточного Прибалхашья «мертвы», так как заросли травяной растительностью (1929, стр. 65); они оживают лишь вследствие деятельности человека (стр. 19).

Если бы туранские лёссы образовались путем навевания пыли из пустыни, то механический состав их должен был бы, по мере движения от пустыни к горам, делаться все более тонким. На самом деле наблюдается обратное—от гор к пустыне количество крупнозема уменьшается, показывая, что прикопетдагский и притяньшанский лёссы есть производное гор. Так, например, подгорная полоса Копет-дага сложена преимущественно пролювиальными, т. е. ливневыми отложениями—галечниками, песчано-глинистыми и глинистыми породами, обычно лёссовидного облика. Осадки эти, нолого падающие на север, под углом не больше 3—4°, принесены водой с Копет-дага, и нет никаких оснований приписывать им ветровое происхождение. Все это—продукты разрушения пород, слагающих Копет-даг. У подножья гор расположены галечники с крупными валунами, в расстоянии 5—6 км от гор величина валунов уменьшается, и к линии железной дороги галечники постепенно сменяются светлосерыми сильно известковистыми лёссовидными глинами, нередко совсем лишенными галек, иногда же (не часто) заключающими небольшие линзы мелкого галечника или пропластки песка. В некоторых случаях затруднительно указать, «где кончаются песчано-глинистые отложения и начинаются типичные лёссовидные глины» (Никшич, 1924, стр. 10). От Ашхабада до Арчмана можно проследить непрерывную полосу таких пролювиальных отложений. На постепенное измельчение материала по мере передвижения вниз по склону Копет-дага указывал еще А. П. Павлов (1903). То же явление наблюдается и в Ташкентском районе; здесь, по мере того как мы будем спускаться с гор к низине, происходит постепенное изменение строения лёссовой толщи: количество и мощность прослоев и линз щебня и гравия по мере удаления от гор уменьшается, равным образом и размеры обломков становятся меньше, и толщина лёсса постепенно делается все более

¹ Вырубка леса на песчаных почвах и пастьба скота на таких угодьях ведут даже на севере к развеванию песков и превращению их в сыпучие, например, у Белохолуницкого завода—в бассейне Вятки, почти под 59° с. ш. (Кассин, 1928, стр. 33, 164).

и более однородной (Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 14; Толстухин, 1936, стр. 65)¹. Эти данные делают неприемлемым предположение Обручева (1932, р. 322) о приносе лёссового материала подгорной полосы Копет-дага и Тянь-шаня ветрами с севера, северо-востока и северо-запада из «арало-каспийской депрессии» и Устюрта.

К тому же, как мы говорили, в современную эпоху лёссы с поверхности покрыты почвами типа сероземов. Стало быть, лёссообразование в обширных размерах в Средней Азии уже закончилось².

В опровержение моих соображений о естественной закреплённости песков Средней Азии В. А. Обручев (1933, стр. 130) пишет: «в ледниковые эпохи, когда отлагался лёсс, человека не было или был только человек палеолита, живший охотой; ему никак нельзя приписать истребление растительности песков». Но откуда известно, что в ледниковое время развевались пески? Это предполагается только для доказательства истинности ветровой гипотезы лёсса. В другой статье (1932, р. 296) В. А. Обручев говорит, что главнейшая часть лёссов Китая, Кашгарии, Туркестана, Европы образовалась в то время, когда не было еще сельскохозяйственной культуры и не существовало искусственных источников пыли. Тогда «преобладала дальняя, экзотическая пыль, переносившаяся ветрами из пустыни». Но я именно это и отрицаю. Таких масс пыли, какие нужны для объяснения толщ лёсса, никогда не существовало. Ниже (стр. 257) будет приведено достаточно доводов в доказательство того, что по периферии материкового ледникового покрова расстилалась не пустыня, а тундра и лесотундра.

МОРЕНА КАК ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЛЁССОВОЙ ПЫЛИ

По изображению Тутковского (1899, стр. 284), во время отступления ледника должно было происходить развевание моренных отложений. Также Набоких (1912, цит. по Крокос, 1927, стр. 33), указывая на то, что флювио-гляциальные отложения Украины лишены карбонатов, а морена и лёсс содержат их, заключает, что лёсс происходит преимущественно от развевания морены. Однако валунные глины и суглинки по своей плотности весьма мало пригодны для продукции пыли, как это отмечено уже многими авторами (А. П. Павлов, «Землеведение», № 1—2, 1911, стр. 271; Архангельский, 1912, стр. 21; 1913, стр. 24).

РЕЧНЫЕ И ФЛЮВИО-ГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЛЁССОВОЙ ПЫЛИ

Многими авторами высказывалось предположение, что источником пыли, давшей начало лёссу, служили не разрушенные плотные породы, а переветренные рыхлые—речные и флювио-гляциальные отложения. Подобный способ происхождения, впервые указанный Пенком еще в 1884 году, этот автор склонен приписать лёссу по среднему Дунаю и Рейну (Penck und Brückner, 1909, р. 1160) и вообще европейскому лёссу (Penck, 1938, р. 91), Никитин (1886, стр. 177, 181—182) также пытался объяснить происхождение украинского (и южногерманского) лёссов посредством

¹ Толстухин считает (л. с.), что главная масса материала ташкентского лёсса «была принесена в результате ежегодных летних паводков», вызывавших усиленным таянием снегов и ледников, особенно в ледниковые эпохи. О взглядах Воронова мы уже говорили.

² Что образования лёсса в настоящее время не происходит ни в западной, ни в восточной Европе, об этом говорит и Пенк (1938).

перевевания речных отложений. Равным образом, согласно Зергелю (Soergel, 1919, р. 24), «распространение, залегание и петрографический состав лёссов (Германии) показывают, что лёссы произошли в ледниковое время путем перевевания осадков талых вод». Chamberlin и Salisbury (1909, р. 411) принимают, что лёсс по Миссисипи и Миссури образовался от перевевания речных отложений.

Отмечая, что связь лёсса с пустынями не доказана, Пенк (G. Z., 1909, р. 553—554) и для лёсса по Хуан-хэ принимает происхождение «на счет перевеванных речных глинистых осадков, вторично отложенных ветром». Однако процесса отложения лёсса этим путем в настоящее время даже в пустынях, например, на берегах Нила, не наблюдается.

Крокос (1924) тоже ищет для лёссов Украины источник лёссовой пыли в флювио-гляциальных отложениях¹. Согласно Мирчинку (1925, стр. 151, 152), в Черниговской области лёссовая пыль получалась от перевевания покровных песков и супесей, залегающих на водоразделах, а также из флювио-гляциальных песков; севернее же — из покровных песков конечных морен и песков зандров. По мнению Жирмунского (1925, стр. 342—343), в Смоленской области пыль получала начало от развевания покровных суглинков. Согласно Мазаровичу (1940, стр. 47), источником образования пыли служили «поля песков, нанесенных в начале оледенения мощными водными потоками».

Мною было указано (1926, стр. 15), что если принять гипотезу о происхождении лёсса из пыли, выдутой из флювио-гляциальных отложений, то нужно вместе с тем допустить, что громадные толщии флювио-гляциальных песков, супесей и суглинков были перевеваны ветром и частью превращены в сыпучий песок, частью унесены на юг и отложились в виде лёсса, частью (глинистые частицы) попали в море. Но невероятность такого предположения очевидна. Флювио-гляциальные супеси и суглинки тоже, подобно прочим отложениям, должны были покрываться растительностью. Развеваться ветром в сухую послеледниковую эпоху могли только незакрепленные пески, но сколько же должно было быть этих песков, чтобы от перевевания их можно было получить площадь южнорусского и украинского лёсса, занимающую более полумиллиона квадратных километров? Этих песков должно было быть раз в десять больше. Возьмем для примера анализ песка из б. Горещкого уезда (Белоруссия): он содержит менее 7% частиц диаметром 0,05—0,01 («пыли»), тогда как, например, в черниговском лёссе таких частиц 50—80%.

С. С. Соболев (1937, стр. 581) произвел такой подсчет. Площадь лёссов украинских, воронежских и курских составляет около 575 тыс. км². Допуская, что эти лёссы образовались от перевевания флювио-гляциальных супесей, для отложения верхнего яруса рассматриваемых лёссов необходимо, чтобы были перевеваны супеси на территории, в четыре раза большей, чем площадь современного распространения лёссов. «Но во всей европейской части СССР не имеется такого количества супесей».

Затем нужно иметь в виду следующее соображение. Мы уже указывали, что украинский лёсс чрезвычайно близок по химическому составу к морене. Поэтому его происхождение обязательно связывать с мореной. Совершенно очевидно, что от развевания флювио-гляциальных отложений не могла получиться порода, сходная с лёссом, песок должен был остаться на месте, а выдуться мог только мелкозем, отличный по химическому составу от общей массы флювио-гляциальных пород.

¹ Впрочем, в работе 1927 года, стр. 25, он признает, что развевалась и морена.

Между тем с нашей точки зрения весь процесс понятен: флювио-гляциальные осадки — продукт морены — подвергались процессам выветривания и почвообразования на месте и превращались в лёсс.

СОЛОНЦЫ И СОЛОДИ КАК ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ЛЁССОВОЙ ПЫЛИ

В двух статьях, напечатанных в 1943 году, А. Н. Соколовский выдвигает предположение о том, что источниками лёссовой пыли могли служить солонцы и солоди. Вряд ли возможно поддерживать эту гипотезу. Выше было показано, что для образования южнорусского и украинского лёсса за счет пыли, выдутой из песков, нет нужного количества песчаного материала. Еще более справедливо это в отношении солонцов и солодей. От развевания каких солонцов получились толщии лёссов Средней Азии и Китая? И сколько должно было быть этих солонцов?

Согласно А. Н. Соколовскому (стр. 17), лёссовидные суглинки образовались из лёссов: «перемыв лёсса водой дал всю огромную массу лёссовидных отложений, во много раз превышающую объем и толщину типичных лёссов».

Выше мы уже показали, что лёссовидные суглинки восточной Европы есть зональный аналог лёссов. Но допустим, что они, как думает Соколовский, произошли из лёссов. Если принять во внимание, что лёссовидные суглинки распространены на север вплоть до бассейнов рек Онеги, Северной Двины и Печоры, то спрашивается, где же находились те колоссальные площади солонцов, пыль которых дала начало лёссам, исходным для лёссовидных суглинков? Но, кроме того, нужны были еще солонцы, путем развевания которых образовались украинские лёссы.

О том, чтобы солонцы и солоди могли давать начало лёссовой пыли, не приходится и думать. Общеизвестно, что солонцы, а тем более солоди, есть объекты, мало подходящие для развевания.

Гипотезу А. Н. Соколовского нет никакой возможности поддерживать.

ПРОБЛЕМАТИЧЕСКИЕ ФЁНЫ

По изображению Тутковского (1899, стр. 284), во время отступления ледника по краю его «не только возможно, но и совершенно неизбежно было интенсивное развевание моренных отложений ледниковыми фёнами». В этом «поясе развевания» формировались барханы. Южнее тянулись степи с материковым климатом, где происходило навевание ледниковыми фёнами тонкой моренной пыли, давшей в результате отложение лёсса («пояс навевания»). Фёны эти, по мнению Тутковского, спускались с ледникового покрова, над которым господствовало антициклоническое расположение изобар. Фёны должны были дуть с северо-востока и востока.

Между тем не может быть никакого сомнения в том, что фёны с южного края ледникового покрова не могли спускаться. Фёны бывают в горах, где, при наличии барометрических депрессий, проходящих по низинам, ветер ниспадает с значительной высоты, благодаря чему сжатый при падении воздух динамически нагревается (приблизительно на 1° на 100 м падения) и становится сухим (подробности см. Берг, 1938, стр. 314—328). Таких условий у южного конца материкового ледникового покрова на юге восточной Европы не было: сравнительно большие высоты (до 2 000 м) находились далеко на севере, а на юге ледник распространялся по равнинной или холмистой стране, постепенно сходя на-нет. И действительно, по данным Архангельского (1912, стр. 6), морена не распространяется на

ту ближайшую к Волге часть Приволжской возвышенности, где абсолютные высоты водоразделов достигают 275 и более метров. Таким образом, фёнам неоткуда было ниспадать¹. Могли иметь место лишь так называемые «фёны из свободной атмосферы», мало нас интересующие в настоящий момент. Затем, как указал Воейков², фён в Гренландии на западном и восточном берегах бывает только тогда, когда к западу или к востоку от Гренландии проходит циклон, и следовательно, фён не является постоянным ветром.

Помимо этого, в настоящее время общепризнано, что над материковым ледяным покровом ледникового времени не было постоянного барометрического максимума, как нет такового постоянного максимума и над современным ледяным покровом Гренландии (см., например, Ренск, 1938, р. 90; также Герасимов и Марков, 1939, стр. 48).

В настоящее время в Туране имеются условия, почти удовлетворяющие предпосылкам Тутковского: над Центральной Азией зимою располагается область высокого давления. Когда через Туран проходят циклоны (а это бывает именно зимою), то создаются благоприятные условия для фёнов—сухих и теплых восточных ветров, дующих с гор. Такой характер имеют, например, ветры, дующие из долины Чирчика, или вырывающиеся из Ферганской низины. Впрочем, этот тип погоды охватывает почти весь Туран. «Фён быстро съедает снеговой покров и поднимает температуру воздуха до такой высоты, что среди зимы иногда можно выходить в летнем костюме» (Шредер, 1924, стр. 42). В Ташкентском районе наблюдается, что плодовые деревья от частых фёнов имеют кроны, наклоненные в сторону от ветра. Почва от фёна просыхает настолько, что население возобновляет обработку почвы и производит посевы хлебов; иногда в январе, от такой теплой погоды, всходит пшеница. Фёны дуют иногда по несколько дней. «Иногда поздней осенью и зимой случается выпадение пыли, которая может осаждаться вместе с осадками (грязный дождь, желтый снег) или же в сухом виде» (стр. 45). Пыль эта, понятно, искусственного происхождения—от высушенной почвы пашен (Л. Б.). При всем том эолового лёсса в настоящее время в Туране не образуется.

Одним словом, теорию о том, что фёны—сухие и теплые ветры—производили развевание моренных отложений, нужно отбросить.

Согласно Тутковскому, фёны должны были дуть с северо-востока и востока. Между тем во время образования «Барханов» Полесья и в эпоху формирования лёсса направление ветров было приблизительно такое же, как сейчас. За это говорят два следующих соображения.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛЁССОВЫХ ПОРОД

Если мы взглянем на карту лёссовых пород, то увидим, что на западе лёсс поднимается до гораздо менее высоких широт, чем на востоке: в Германии лёссы и лёссовидные породы не доходят до широт Берлина, т. е. 52° 30' с. ш.; у Новгорода мы их встречаем под 58° 30' с. ш. (сообщение Н. Н. Соколова)³, в бассейне Вычегды они доходят почти до 62° с. ш. (Искюль, 1909, стр. 22—23, 25; 1910, стр. 45—46; Курбатов, 1910, стр. 20—22, 24), за Уралом на Енисее до 70° с. ш. (Ф. Шмидт). Точно такое же поднятие почвенных зон к северу, при движении с запада на восток, мы наблюдаем ныне в восточной Европе; так, черноземы на востоке идут гораздо дальше к северу чем на западе. Июльская изотерма в 20° на запа-

¹ Таково же мнение и А н у ч и н а, 1911, стр. 269.

² Землеведение, 1911, № 1—2, стр. 272.

³ На карте четвертичных отложений 1932 года они показаны на северо-западе лишь примерно до широт Ржева, т. е. несколько севернее 56° с. ш.

де идет по 50° с. ш. (Житомир), на Каме южнее Перми она поднимается почти до 56° с. ш., а в Якутии переходит за 60° с. ш.

Замечательно, что и в вертикальном направлении лёссы идут на востоке гораздо выше, чем на западе. Тогда как в Германии лёсс поднимается до высоты в 300 м, самое большее (и то редко) до 400 м, в Карпатах до 1 200 м, в Тянь-шане мы его находим на высотах до 3 000 м (район Андижана). Подобным образом и в настоящее время вертикальные климатические, почвенные и растительные зоны идут в Тянь-шане гораздо выше чем в Карпатах и Альпах; в Тянь-шане растут леса, а местами существует земледелие на таких высотах, где в Альпах лежит вечный снег (подробности см. в моих «Основах климатологии», 1938, гл. XIII).

Отсюда следует, что в послеледниковое сухое время, когда образовывались лёссы, произошло лишь смещение климатических зон к северу, без существенного изменения общего типа климата в каждой зоне. Стало быть, и ветры, в общем, были такого же направления, что и ныне.

ДРЕВНИЕ МАТЕРИКОВЫЕ ДЮНЫ

Относительно песчаных, нередко ныне заросших лесом, бугров Полесья Тутковский (1909, стр. 265) утверждает, что это—«ископаемые барханы», свидетели ископаемых, послеледниковых пустынь, образованные восточными ветрами: «наши (полесские) барханы очень громко свидетельствуют о происхождении своем при помощи постоянных и притом восточных ветров». Об этом, согласно упомянутому автору, можно судить по тому, что рога полесских «барханов» неизменно направлены на запад; стало быть, в эпоху их образования господствующие ветры были восточные, между тем ныне здесь преобладают западные ветры. То же повторяется и в работе 1922 года, стр. 58.

Не подлежит сомнению, что полесские дюны образовались в сухое послеледниковое время. Материалом для них служили, конечно, песчаные флювио-гляциальные и речные отложения. Однако Тутковский¹ ошибается, когда утверждает, что полесские песчаные накопления—это барханы, образованные восточными ветрами. В настоящее время может считаться доказанным, что полесские песчаные бугры—это, во-первых, вовсе не барханы, а дюны (Lenciewicz, 1922, р. 50), а во-вторых, образованы они не восточными ветрами, а западными.

Между дюнами и барханами существует коренное различие: типичные полунные б а р х а н ы, с рогами, направленными по ветру, есть явление сравнительно редкое: они встречаются преимущественно (но не исключительно) в пустынях и образуются на площадях сыпучего песка, совсем лишенного растительности. Бархан представляет собою зачаточное и малоустойчивое скопление песка. Даже в пустынях, например, в Средней Азии, типичные барханы встречаются редко: когда отдельные барханы соединились между собою или когда бархан зарос растительностью, он обычно не имеет типичной полулунной формы с выпуклой стороной, обращенной к ветру, и вогнутой, лежащей под ветром; таким закрепленным барханам свойственна форма удлиненных или округлых бугров.

В отличие от барханов, д ю н ы образуются там, где песок более или менее покрыт растительностью или где первоначальные скопления песка вытянуты в длинные цепи, перпендикулярные направлению ветра. В этих условиях рога дюны обращены против ветра, т. е. вогнутая сторона дюны смотрит против ветра, а выпуклая лежит под ветром. Рога дюны не

¹ А вслед за ним Д. С о б о л е в, 1925, стр. 72.

коротки, как у бархана, а удлинены, и сама дюна обладает нередко дугообразным, U-образным (параболическим) или V-образным профилем (см. об этом, например, Solger, 1910, p. 103—104, 106—107; I. Högbom, 1923).

Песчаные внутриматериковые бугры Полесья, ветлужского Поволжья, северо-запада Ленинградской области, Венгрии, Германии, Швеции, Дании есть именно дюны. Они всегда обращены рогами (отверстием) на запад и потому образованы западными ветрами, а не восточными.

Указывая на коренное различие в профиле между барханами и дюнами, Högbom прибавляет (p. 132): «удивительно, как могли Тутковский, Зольгер и другие считать без оговорок типичные барханы и дугообразные дюны за одни и те же формы». Равным образом, Ленцевич, исследователь дюн западной Белоруссии, утверждает, что Тутковский, описывая дюны Полесья как барханы, впал в ошибку.

Относительно германских внутриматериковых (т. е. не приморских) дюн Зольгер (1905; 1910, p. 168—169) высказал предположение, что они представляют собою барханы, некогда насыпанные восточными ветрами, а затем преобразованные современными юго-западными, почему у них западный (внутренний) склон оказывается пологим, а восточный (наружный)—крутым, тогда как рога смотрят на запад. Тутковский (1909, стр. 249 и др., 265; 1922, стр. 58) тоже говорит, что полесские «барханы» имеют рога, обращенные на запад, что поэтому они образованы восточными ветрами, тогда как теперь в Полесье преобладают слабые западные ветры. Главнейшим доказательством сказанного является, по Тутковскому, «поразительно постоянный гесперотропизм (т. е. ориентировка рогов на запад) наших полесских барханов. Рассмотрение любого места трехверстной военно-топографической карты из области Полесья показывает, что закон гесперотропизма соблюдается с удивительным постоянством во всех случаях; кажущиеся отступления от этого закона (весьма редкие), при проверке на местах, всегда оказываются результатом или разрушения барханов денудацией, или же результатом недостаточной ясности изображения рельефа на карте».

Между тем такое постоянство рельефа полесских «барханов», их «гесперотропизм» с полной очевидностью свидетельствует о том, что мы имеем дело с дюнами, образованными западными ветрами (Берг, 1926, стр. 10).

Такого же мнения из наших авторов держится К. Марков (1928), исследовавший древние дюны в области между Чудским озером и Финским заливом; они образованы западно-северо-западными ветрами.

В доказательство того, что внутриматериковые дюны северной Германии и Белоруссии образованы западными ветрами, можно привести то обстоятельство, что к западу от многих дюнных областей расположены площади, которые могли доставить им песок, и, напротив, к дюнам примыкают с востока области развития валунных суглинков, откуда дюны не могли заимствовать песок (как это указывают Keilhack, 1917, p. 15; Ленцевич, 1922, p. 52; Högbom, 1923, p. 190, fig. 26).

Итак, во время образования полесских дюн господствовали западные и юго-западные ветры. Следовательно, никаких фёнов «в зоне разветвления» Тутковского не было. Тем более не могло быть их в лежащей южнее «зоне наветания». Таким образом, вся антициклонально-фёновая гипотеза происхождения лёсса, созданная названным автором, рушится¹.

¹ Весьма характерно для позиции Тутковского, что он, несмотря на все сделанные ему возражения, продолжал до самого последнего времени повторять свои ошибочные и опровергнутые в литературе взгляды, не считая нужным даже упомянуть

ЛАНДШАФТ СТРАНЫ ПОЗАДИ ОТСТУПАВШЕГО ЛЕДНИКА (К ЮГУ ОТ НЕГО)

По изображению Тутковского (1899, стр. 283), обнаружившаяся после отступившего ледника морена должна была представлять собою «совершенную пустыню». Под влиянием сухих и теплых ветров—фёнов валуны растрескивались, выветривались и давали начало рыхлому материалу, который разносился ветром и отлагался в виде лёсса. Подобным образом и Резниченко (1926, стр. 53) рисует фантастические картины «последледниковых и межледниковых пустынь» на Днепре у Канева.

В настоящее время не может быть никакого сомнения в том, что нарисованная сейчас картина последледниковых пустынь совершенно не соответствует действительности.

Еще Армашевский (1903, стр. 235) правильно отметил, что никаких пустынь в Европе после отступления великого ледника не могло быть, ибо «северная Германия и средняя Россия покрыты мощными массами последледниковых образований водного происхождения». Впрочем, никаких доказательств последледниковой пустыни Тутковский и не мог представить, за исключением пресловутых «барханов», о которых мы только что говорили¹. Указания же этого автора (1910, стр. 11) на существование в Полесье «типичнейшего пустынного загара» на валунах и гальках, сообщения Резниченко (1926, стр. 37) о нахождении им ископаемого «лака пустыни» в районе Канева на Днепре, а равно ссылки В. А. Обручева (1932, p. 315) на то, что на pontических известняках на Украине можно наблюдать «пустынный загар» (Крокос)—все эти данные основаны на недоразумении: теперь хорошо известно, что «загар» не может служить руководящим моментом для установления бывших пустынь, так как он встречается в самых разнообразных зонах, начиная от Арктики и вплоть до влажных субтропиков и тропиков (см. Пяковский, 1931; Гинзбург, 1936; Мурзаев, 1938). На Печоре, между устьем Ижмы и Усть-Цильмой А. П. Павлов (1911, стр. 270) видел много камней, покрытых загаром и лаком, но нет, говорит он, никаких оснований принимать, что там была ранее пустыня. «В сырых местностях тропических стран породы в ложах рек, в Америке, в Индии или в Австралии, покрыты схожей с загаром пустыни пленкой, связанной в своем образовании с марганцем, растворенным в текучей воде»,—говорит Вернадский (1934, стр. 71). На Днепре, в районе бывших порогов и ниже, марганцово-железистые корки на гранитах, гранито-гнейсах, габбро и других породах приурочены именно к области разливов Днепра (Пяковский, 1931, стр. 101). По словам Кассина (1928, стр. 34), явления, подобные пустынному загару и защитной корке, ему много раз приходилось наблюдать на высоких горах, где атмосферные осадки выпадают ежедневно.

Равным образом и «трехгранники» тоже не свойственны исключительно пустыням, а могут получаться и от действия льда (Твенхофел, 1936, стр. 89).

В настоящее время мы хорошо знаем, что покинутые ледником пространства представляли собой вовсе не пустыню: сейчас же после отступления ледника страна позади его покрывалась на севере тундровой

о соображениях своих оппонентов. Весь его ответ критикам заключался в фразе: «все факты блистательно подтверждают мою теорию с разных сторон» (1922, стр. 12). Других аргументов, он, очевидно, не в состоянии был привести. Характерно, что Тутковский и в своем учебнике «Загальне землезнавство» (Общее землеведение), Киев, 1927, стр. 159—160, продолжает повторять старые ошибки насчет полесских «барханов».

¹ См. также Личков, 1928.

и болотной растительностью; а на юге — лесной. Об этом можно судить по тому, что под верхним ярусом водораздельного лёсса на самой морене или на покрывающих ее слоистых флювио-гляциальных или аллювиальных отложениях залегает горизонт ископаемой почвы, в которой нередко можно узнать почву болотного, полуболотного, подзолистого типа, типа солоды, а на юге — черноземного.

В Черниговской области мне неоднократно приходилось наблюдать на морене погребенную подзолистую почву, покрытую толщей лёсса. Это же подтверждает и Афанасьев для окрестностей Мглина и Киева, а также для Горецкого округа Белоруссии. То же положение вещей описывается другими авторами для многих южнорусских и североукраинских лёссовых районов (см., например, Крокос, 1927, стр. 233).

С нашей точки зрения эта картина легко объясняется: после отложения морены и покрывающих ее пород началась эпоха почвообразования, которая дала начало ископаемой почве, ныне наблюдаемой под лёссом. Далее, в результате нового оледенения на севере, на водоразделах отложился тонкозернистый аллювий, который в следующую сухую межледниковую эпоху был превращен в лёсс.

Очевидно; во время отложения ископаемых болотных, подзолистых и черноземных почв ни здесь, ни севернее пустыни быть не могло. Указывая на эти факты, и Крокос (1924, стр. 23, 28; 1924а, стр. 12), тогда сторонник ветровой гипотезы, и Афанасьев (1924, стр. 151), сторонник аллювиальной, оба отмечают, что «никакого развевания моренных толщ ветрами с отступающего ледника не было», что в данных условиях отсутствуют «малейшие намеки на ветровую эрозию».

В Смоленской области в разных местах были обнаружены залежи древних торфов, покоящихся непосредственно на валунной глине. В этом торфе найдены граб и вымершая *Brasenia purpurea* (Бельский район). Такие же находки сделаны К. Глинкой в бывших Гжатском и Дорогобужском уездах. Над торфом лежат толщи до 4 м мощностью, состоящие внизу песчанистым мелкозернистым наносом; а выше безвалунным лёссовидным суглинком. О происхождении лёссовидного суглинка Глинка (1923, стр. 50) высказывается так: «Нам кажется, что растительность на моренной глине Смоленской губ. могла появиться еще тогда, когда льды были близки, и продолжала развиваться и далее, когда ледник отступил в пределы Псковской губ. Остановившийся на долгое время ледник начал затем посылать свои воды; из которых отлагались пролювиальным путем или, может быть, правильное, путем затопления широких пространств, где вода эта двигалась медленно, лёссовидные породы. Такое затопление вполне вероятно потому, что русла местных вод не были еще настолько разработаны, чтобы вместить в себя всю ту массу талых вод, которые посылал остановившийся ледник».

В Калужской области после отступления ледника почва стала сразу развиваться по подзолистому типу (Р. Ильин, 1927).

Изучение истории растительности в послеледниковое время, произведенное при помощи анализа пыльцы из торфа, показало, что у нас, в центральной полосе европейской части Союза, сейчас же после отступления ледника, сначала появились в большом количестве береза и ива, а затем, в так называемое субарктическое время, преобладание перешло к ели и березе; в следующую, бореальную эпоху стали резко господствовать береза и сосна и т. д. (см. подробное изложение и литературу в статье Нейштадт, 1940; особенно см. таблицу при стр. 26 и 52). Нигде не замечено следов пустыни. Ни у нас, ни в Швеции, ни в западной Европе не обнаружено после отступления ледника каких-либо признаков, кото-

рые позволяли бы думать, что освободившаяся от ледника страна сделалась игрищем ветров, а не заселялась тундровой или лесотундровой растительностью. Позади отступающего ледника расстилалась тундра с куропаточьей травой, полярной ивой и подобными растениями, а затем (южнее) следовала зона березового леса. О том же говорит и изучение болот севера. Основание Толполовского болота у города Пушкина сложено слоистыми глинами, залегающими на морене. В глинах, относящихся к самому началу послеледниковой эпохи, заключаются остатки следующих арктических растений: карликовой березки (*Betula nana*), куропаточьей травы (*Dryas octopetala*), полярной ивы (*Salix reticulata*), многочисленных мхов (Ануфриев, 1925, стр. 27). Словом, немедленно по освобождении страны от ледяного покрова она покрылась тундровой и болотной растительностью (карликовая березка и сейчас живет на этом болоте). По данным финских исследователей, в южной Финляндии к концу ледниковой эпохи по периферии ледникового покрова расстились леса: лес следовал непосредственно за отступающим ледником. Перигляциальная тундра имела лишь на Кольском полуострове и в соседних местах (Городков, 1939, стр. 50).

Сделанный В. Н. Сукачевым (1938, стр. 218—225) обзор находок позднеледниковой и послеледниковой растительности в Ленинградской и Вологодской областях тоже показывает, что местность за отступающим ледником покрывалась типичной тундровой растительностью (*Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *S. herbacea*, *S. reticulata*, *S. arctica*, *Thalictrum alpinum*, *Armeria sibirica*, *Arctostaphylos alpina*, *Betula nana* и другие; мох *Aulacomnium turgidum*). Вместе с образцами, заключающими тундровую флору, найдена пыльца сосны, ели и ольхи, свидетельствующая о том, что в районе Невы росли также леса. Действительно, растительные остатки, обнаруженные К. К. Марковым (1931, стр. 123) близ города Колпины, показали присутствие здесь ели, а также кустарниковой ивы и карликовой березки — не далее чем в 50—80 км от края ледника и не позднее 140 лет после его стаивания¹. Около города Тотьмы обнаружены в соответствующих отложениях остатки тундровой растительности. Словом, ни на побережье Финского залива, ни у Тотьмы пустыни не могло быть.

Весьма любопытны сообщаемые В. Н. Сукачевым и Долгой (1937) и Сукачевым (1938, стр. 226) данные о растительных остатках в лёссах и лёссовидных суглинках Курской области, Киева, Лихвина, Тобольска и Кривошеина. В лёссовидном суглинке на коренном берегу р. Ворсклы обнаружена пыльца сосны, ели, березы, ольхи, липы, ивы, древесина хвойных; пыльца кувшинки *Nymphaea*, споры плаунов и папоротников. В верхнем лёссе Киева найдены сосна, лещина, береза. В лёссовидном суглинке Лихвина оказались ель, сосна, ива, лещина, береза. «Как видим, — говорит В. Н. Сукачев (1938, стр. 228), — состав растительных остатков оказался крайне неожиданным и трудно объяснимым с точки зрения эоловой гипотезы лёссообразования. Если даже допустить, что все споры и пыльца, которые в общем отвечают лесам умеренного климата с преобладанием хвойных пород, занесены ветром со стороны и не свидетельствуют о том; что леса росли на месте образования лёсса, то все же возникает вопрос; откуда же занесена пыльца. Ведь, если ветры дули по преимуществу со стороны ледника и развевали холодную пустыню, то постоянное появление указанных спор и пыльцы в толще лёсса совершенно непонятно». Сукачев склоняется к мысли, что образование лёсса и лёссовид-

¹ См. также Герасимов и Марков, 1939, стр. 159.

ных пород происходило «в водоемах, в близком соседстве с которыми были хвойные леса с участием липы, папоротников и плаунов».

Итак, по краю ледника на севере располагалась тундровая и болотная растительность, немного южнее — лесотундровая с преобладанием березы, еще южнее — лесная. Словом, на оставленной ледником морене сейчас же поселялась растительность, и нет никаких оснований предполагать, чтобы поверхность морены подвергалась развеванию и чтобы страна позади ледника представляла собою пустыню.

ЛАНДШАФТ СТРАНЫ ВПЕРЕДИ НАСТУПАВШЕГО ЛЕДНИКА

Вышеописанным образом происходило дело во время отступления ледника. Какая же обстановка была во время надвигания ледникового покрова? По словам Тутковского (1899, стр. 270, 274), во время надвигания ледника и его стационарного положения условия для развевания, а следовательно, и для накопления ветровой пыли, были неблагоприятны по причине «значительного развития ледниковых водоемов, отсутствия открытых сухих морен впереди ледника и развития обильного растительного покрова за пределами водоемов». С этим положением мы совершенно согласны¹.

Иначе рисует картину ледникового времени В. А. Обручев (1929, 1932). Согласно взглядам этого автора, ледниковые эпохи отличались не влажным, как думают многие, а сухим климатом, — во всяком случае во второй половине. Режим ветров был антициклональный. Чем больше нарастал ледник, тем суше становился климат. Сухие и холодные ветры, спускавшиеся с ледника на юг, превращали местность в пустыню. «Высохшая почва широких междуречных пространств, лишенная защиты растений, подвергалась развеванию и давала обильный материал для пыльных бурь» (стр. 123). Пыль эта, приносимая ветрами и бурями с севера, отлагалась к югу от области развевания в степях и постепенно превращалась в лёсс. Равным образом и при отступании ледника климат еще долго оставался сухим, и освобождавшиеся из-под льда и высохшие поддонные морены доставляли материал для развевания. Лишь позже, когда ледник сильно отступил к северу и климат стал влажнее, пояс пустыни позади ледника, постепенно сокращаясь, уступил место тундре (Обручев, 1929).

Однако изучение истории развития растительного покрова в послеледниковое время показывает, что в ледниковое время перед ледником расстилались не пустыни, а покрытые растительностью площади.

Antevs (1928, русск. пер., 1935, стр. 24—27) для времени максимума оледенения дает такую последовательность зон в центральной Европе: 1) впереди края ледника располагался тундровый пояс с *Dryas*, *Salix polaris*, *Betula nana* и тому подобной тундровой растительностью; деревьев здесь не было или они были редки; 2) южнее шла степная и лесостепная зона, а еще дальше 3) лесная. Вслед за отступавшим ледником по его стопам передвигались и вышеупомянутые зоны: на оставленную поддонную морену надвигалась тундра, на зону тундры — степь, а на эту последнюю береза, осина, а вслед за ними сосна.

¹ Таким образом, развевания морены не могло происходить ни во время отступления ледника, ни во время наступания, ни во время стационарного положения. Фёны, как мы видели, тоже никакого участия в образовании лёсса не могли принимать. Следовательно, построение Тутковского целиком отпадает: во время образования лёсса не было ни фёнов, ни восточных ветров, ни развевания морены, оставляемой отступающим ледником. Значит, вся фёново-эоловая гипотеза Тутковского оказывается совершенно несостоятельной.

По мнению Б.Н.Городкова (1938, стр. 306), ландшафт приледниковой полосы во время максимального развития великого оледенения, вероятно, напоминал современную лесотундру; полное безлесие могло быть лишь в отдельных местах. «В некотором удалении от края ледников леса должны были смыкаться, образуя лесную зону, так же как и в наше время тундры на своей южной окраине сменяются лесной зоной». Городков сомневается, чтобы в приледниковой зоне тундры непосредственно соприкасались со степями. По самому краю ледникового покрова, вероятно, располагалась узкая полоса тундр: «нахождение древесных остатков на небольшом расстоянии от ледника свидетельствует, что полоса тундр была неширока и скоро переходила в лесотундру» (Городков, 1939, стр. 55).

Как бы то ни было, оба упомянутых автора согласны в том, что пустыни по южному краю наступавшего ледника не было.

Таким образом, ни впереди наступающего ледника (к югу от него), ни позади отступающего (к югу от него) пустыни не было и не могло быть.

Считая ледниковые эпохи холодными и сухими, В.А.Обручев (1929, 1932) признает межледниковые теплыми и влажными. Согласно этому толкованию, самый верхний горизонт украинского лёсса отложился (ветровым путем) во время последнего оледенения, а горизонт чернозема — в течение более влажной послеледниковой эпохи. Затем «теплая и влажная послеледниковая эпоха, создавшая чернозем на лёссе Украины, перешла в современную, несколько более сухую и более холодную» (1929, стр. 124, разрядка моя.—Л. Б.). Последняя концепция не согласуется с тем, что мы знаем об истории послеледниковых климатов на нашей равнине (см. выше, гл. II, IV, V, 1938, стр. 420—426). Современная эпоха по сравнению с предшествовавшим временем отличается более влажным и вместе с тем более прохладным климатом, чем предшествовавшая (ксеротермическая, суббореальная), когда климат был суше и теплее. Тогда от Рязани до Архангельска торфяники пересохли и заселились березой и сосной, распространились дубовые леса, озера понизили свой уровень и некоторые потеряли сток и сделались солончатыми¹. Современная же эпоха (субатлантическая) является более влажной и более холодной: обсохшие торфяники снова обводняются, дуб вытесняется елью, водяной орех (*Tigra natans*) вымирает, тундра надвигается на лес, лес на степь, озера повышают свой уровень и так далее (см. также Нейштадт, 1940). В.А.Обручев (1932, р. 316) ссылается на хорошо мне известную работу Гамса и Нордгагена (1923), согласно которой современная эпоха, начиная с средневековья, является более сухой. Но упомянутое суждение Гамса и Нордгагена ошибочно; оно противоречит данным всей соответственной литературы. Прибавлю еще, что на основании изучения ископаемой фауны млекопитающих Пидопличка (1932, стр. 69) пришел к выводу, что современный климат Украины является более влажным чем климат предшествовавшей эпохи².

ОТСУТСТВИЕ ГУМУСА В ЛЁССЕ

Согласно современной форме ветровой гипотезы, лёсс образуется не в пустыне, откуда лёссовая пыль выносится ветрами, а по периферии пустынь, — в степях, где задержанию лёссовой пыли способствует густая

¹ Например, озеро Увильды на Урале: см. Жузе, 1939, стр. 46, 47.

² Что касается указаний на высыхание Центральной Азии, приводимых В. А. Обручевым (1932, р. 316), то вопрос этот подробно разобран выше, стр. 63—74, где показано, что о прогрессивном высыхании Средней и Центральной Азии не может быть и речи.

травяная растительность¹. Таким образом, вся толща лёсса, согласно этому представлению, должна была пройти через стадию почвы черноземного или, по крайней мере, каштанового типа. Но в таком случае в лёссе следовало бы ожидать наличия значительного количества гумуса (Берг, 1916, стр. 589; ср. такое же мнение у Werveke, 1924, p. 17—18; у Савинова и Францессона, 1930, стр. 56—57). Однако содержание гумуса в нормальном лёссе выражается обычно сотыми, реже десятими долями процента, а иногда падает до нуля.

Между тем в степях, даже сухих, как известно, происходит процесс почвообразования и вместе с тем накопления гумуса; в каштановых почвах содержится от 3 до 5% гумуса и даже в почвах полупустыни от 1 до 2%. Так, чимкентские сероземы на лёссах заключают в поверхностных горизонтах обычно 1,5—2% гумуса, иногда даже до 3% и более (Неуструев, 1910, стр. 203, 205). В дерновом горизонте сероземов Зааминского района (Узбекистан) заключается гумуса: 2,3% в светлых сероземах, залегающих на абсолютной высоте в 330 м, и до 4% в типичных, расположенных на высоте в 700 м. В расположенных еще выше темных сероземах (1 250 м) и выщелоченных (1 500—1 600 м) количество гумуса достигает 5—6% (Б. Горбунов, 1942, стр. 41).

В противоположность мнению В.А.Обручева (1933, стр. 126; 1932, p. 301), таких степей, где была бы развита довольно густая растительность и где вместе с тем в почве не было бы гумуса, почвоведение не знает.

Совершенно непонятно, говорит Неуструев (1925, стр. 55), «почему в присутствии довольно густой растительности, необходимой, по мнению эолистов, для закрепления падающей на поверхность земли пыли, не происходит никакого почвообразования, хотя в этих условиях в почвогрунтах необходимо предположить значительное содержание воды, нужной для растений. Приходилось допустить катастрофически быстрое накопление пыли, чтобы почвообразовательный процесс при участии растений не изменил характера пылевого осадка». Словом, мы не знаем таких степей в умеренном климате, где могла бы отлагаться «лёссовая пыль» и где в то же время не происходило бы почвообразовательных процессов и накопления гумуса. Одного этого достаточно, чтобы признать несостоятельность ветровой гипотезы.

Правда, Тутковский (1899, стр. 246—247) писал, что в лёссе «нередко встречается довольно значительное количество органических веществ, придающее породе местами даже темную окраску в нижних ее горизонтах», и что обеднение гумусом «отчасти объясняется выщелачиванием (его) циркулирующими водами»². В лёссе, действительно, встречаются гумусовые горизонты (погребенные почвы), но они строго локализованы, и вне этих горизонтов гумуса в лёссе находится ничтожное количество. Но как раз присутствие погребенных гумусовых горизонтов является лучшим опровержением эолово-степной гипотезы: раз в лёссе способны сохраняться гумусовые горизонты, и иногда довольно мощные, то, стало быть, гумус

¹ Тутковский, 1899, стр. 288—289. — Wahnshaffe, 1909, p. 237 (во время отложения лёсса на степи существовала роскошная растительность из степных злаков). — Обручев, 1911, стр. 20 (лёсс отлагался за пределами пустынь, полупустынь и «пустыне-степей»).

² По мнению В.А.Обручева (1932, стр. 269), в лёссе не может накапливаться гумус по той причине, что ветер развеивает надземные части растений, которые поэтому не дают перегноя. Трудно согласиться с тем, чтобы нечто подобное могло наблюдаться в природе. И в степях, и в пустынях есть отдельные, специально приспособленные к обламыванию и перекачиванию ветром растения, так называемые перекати-поле. Но чтобы вся растительность была представлена одними перекати-поле, этого нигде не наблюдается.

из лёсса не «выщелачивается циркулирующими водами» (по крайнему мере, не выщелачивается нацело¹), а где его в толще лёсса нет, там его, значит, и не было. Стало быть, не может быть и речи о засыпании пылью степной растительности и т. д. Но мало того. Местами (например в Тираспольском округе, см. Крокос, 1916, и во многих других местах, Крокос, 1927, стр. 231—233) гумусовые горизонты в лёссе имеют характер ясных черноземных почв; здесь некогда росла на лёссе черноземная флора. Следовательно, где на лёссе были некогда степи, там след от них сохранился даже под позднейшим наносом.

Наконец, в самом верхнем гумусовом горизонте лёсса, с о в р е м е н н о м, гумус накапливается и не выщелачивается (не разлагается), несмотря на то, что современный климат является более влажным чем климат эпохи лессообразования.

Из предыдущего очевидно, что лёсс ветрового происхождения не мог образоваться в степях, но пыль, как принимают сторонники эоловой гипотезы, не откладывается и в полупустынях и пустынях, потому что здесь, по их мнению, происходит вынос пыли. Где же в таком случае могло происходить отложение ветрового лёсса?

Изложенные сейчас соображения, по нашему мнению, совершенно опровергают ветровую гипотезу в той форме, в какой она защищается Тутковским и В.А.Обручевым (1911, 1932, 1933). Очевидно, что если лёсс произошел путем отложения пыли, то это могло иметь место только в пустыне. Следовательно, единственно, в какой форме можно было бы еще пытаться отстаивать эоловую гипотезу, это в той, какую поддерживает Пенк, — именно, — лёсс получился за счет перевевания речных или флювиогляциальных отложений. Причем нужно сделать оговорку, что этот процесс происходил в более сухую, чем нынешняя, эпоху. Возражения против этой формы ветровой гипотезы мы представили выше, стр. 251².

ХАРАКТЕР ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ В ЛЁССАХ

Толща лёсса, как известно, нередко бывает прорезана одним или несколькими хорошо выраженными гумусовыми горизонтами. Однако эти горизонты иногда обнаруживают ясные следы воздействия текучей воды, свидетельствующие о том, что после образования гумусового горизонта суша подверглась затоплению полыми водами; эти воды частью отложили гумусовые прослойки, весьма нередкие в аллювиальных отложениях, частью эродировали прежние, наземные, почвы (гумусовые горизонты). Так, по описанию Афанасьева (1914, стр. 137), верхняя граница погребенных в лёссах Черниговской области почв «всегда расплывчата, с бахромой, с явным повторением в интенсивности окраски; мало того, нередко над погребенными почвами, после небольшого перерыва, наблюдаются мощные толщи гумуса, совершенно не дифференцированные на генетические почвенные горизонты; несомненно, что это уже не почва, а наносная гумусовая масса... Такой характер консервирования наносов типичен именно для аллювиальных (конечно, и делювиальных) образований». Верхняя граница гумусового горизонта в лёссах по линии железной дороги

¹ В погребенных гумусовых горизонтах лёсса происходит постепенное разложение гумуса, чем и объясняется сравнительно малое количество его в упомянутых горизонтах (Тюрин и Тюрин, 1940, стр. 20).

² Ср. также Тутковский, 1899, стр. 247—249, где эта гипотеза признается «совершенно невероятной»; «излишней, ненужной в виду полной удовлетворительности эоловой гипотезы». Нам, однако, взгляды Пенка, Никитина (1886) и Чемберлина представляются гораздо более обоснованными, чем Тутковского.

Шепетовка — Каменец-Подольск нередко «сильно изорвана, волнисто смята, языковата, прерывается воронкообразными разрывами и впадинами, заполненными вышележащим лёссовым материалом» (Красюк, 1922, стр. 68). Описывая верхний горизонт (1-й) ископаемой почвы Украины, Крокос (1927, стр. 231) говорит: «гумусовые языки заходят в верхлежащий ярус лёсса и, быстро утончаясь, сходят на-нет». То же явление Савинов и Францессон (1930, стр. 57) подтверждают для всех украинских лёссов.

Указывая на подобные факты, Глинка (1923, стр. 330) говорит: «Как это могло получиться, если смотреть на лёсс, как на породу эолового происхождения, не вполне ясно». Если бы почвенные горизонты засыпались лёссовой пылью, они должны были бы отделяться от вышележащего лёсса резко выраженной границей в виде линии.

По мнению Н.И.Дмитриева (1936, стр. 60), то обстоятельство, что украинский лёсс разделен на несколько ярусов горизонтами ископаемых почв, противоречит почвенной теории. Однако этот факт я как раз привожу в подтверждение моей теории: материнская порода каждого яруса превращалась в лёсс самостоятельно, после отложения данного яруса. Нет никаких оснований предполагать, чтобы ледниковые воды размывали отложенные раньше ярусы материнской породы лёсса, как это допускает Дмитриев. Размывание в одном месте могло происходить, в другом нет, чем частью и объясняется различное число ярусов лёсса в разных пунктах Украины и разная их мощность. Но совершенно невероятно, чтобы весь ярус лёсса мог быть повсеместно смыт в последующее время. Подобным образом и современные полые воды вовсе не уничтожают раньше отложенный аллювий.

СЛОИСТЫЙ ЛЁСС

Весьма нередкое нахождение слоистых отложений, по всем остальным признакам не отличимых от типичного лёсса, казалось, должно бы служить достаточно веским аргументом против ветровой гипотезы.

Рихтгофен описал подобный слоистый озерный лёсс из Китая, но еще раньше Карпинским (1873, стр. 76, 89) было отмечено нахождение пресноводного слоистого лёсса, с пресноводными раковинами, в окрестностях Луцка¹. Криштафович (1902, стр. 176) нашел в окрестностях Люблина, кроме аллювиально-озерного лёсса, еще «болотный субаэриально-аллювиальный лёсс» (стр. 182), происшедший, по мнению упомянутого автора, путем отложения пыли в болотах.

Иногда слоистые лессовидные породы переходят в горизонтальном направлении в неслоистые. Так, близ ст. Девица (на линии Нежин — Прилуки) Мирчинк (1933а, стр. 149) наблюдал палево-желтую неслоистую лессовидную супесь с крупными валунами, переходящую в горизонтальном направлении в такую же, но слоистую породу с раковинами наземной (луговой) *Succinea oblonga* и водного *Planorbis*.

Слоистый лёсс, описанный многими другим исследователями (так, он неоднократно упоминается для Туркестана И.В.Мушкетовым, например, в Фергане; 1886, стр. 487—489)², залегает обычно в основании типичного, неслоистого лёсса и постепенно переходит в него; «нередко слоистый лёсс составляет только нижние горизонты неслоистого и перемежается с пластами конгломерата».

¹ Впоследствии этот лёсс был подробнее описан Тутковским, 1897 и 1912.

² Подробные литературные указания см. у Криштафовича, 1902, стр. 148—184. Из более новой литературы см. Горбунов, 1942, стр. 29, о слоистости лёссов Зааминского района.

Сторонники ветровой гипотезы признают упомянутые слоистые отложения за лёсс, полагая, что он отложился в водоемах, засыпаемых сверху лёссовой пылью. Так, по Тутковскому (1899, стр. 243), атмосферная пыль «может попадать в озера, образуя более плотный, водоупорный тонкослоистый озерный лёсс с преобладающими пресноводными раковинами». Н. Криштафович, описывая окрестности Новой Александрии (1902, стр. 165—175), указывает на нахождение здесь местами «равнинного (террасового) аллювиально-речного лёсса», залегающего на темносерой речной глине и неразрывно связанного с этой последней. По всем своим признакам, как то — характеру слоистости и пр., упомянутый лёсс есть отложение аллювиальное, «аналогичного происхождения с подстилающей его темносерой глиной, но с той разницей, что в отложении его участвовала не обычная речная и старичная муть, а своеобразная, оригинальная, именно — лёссовая муть» (стр. 172—173). Однако этот террасовый лёсс есть просто-напросто обычный речной аллювий, принявший лёссовый облик в результате почвообразовательных процессов, происходивших в предыдущую, более сухую эпоху.

На берегах Баскунчака Тутковский (1916, стр. 48) наблюдал слоистый лессовидный суглинок мощностью свыше метра, подстилаемый суглинком с многочисленными каспийскими раковинами. Верхний лессовидный слой, согласно упомянутому автору, есть морской аналог озерного лёсса: «он образовался несомненно в море из лёссового пылевидного материала, навееянного во время регрессии (усыхания) Каспийского моря из окружающих его пустынь».

Как видим, сторонники ветровой гипотезы думают, что если пыль попадает в озеро или в речную заводь, или в море, то она на дне даст начало особому слоистому осадку — озерному или речному или морскому лёссу.

Но ничего не может быть ошибочнее подобного взгляда: совершенно ясно, что пыль, попавшая на дно водоема (допустим, что ее так много, что она одна может там образовать заметный осадок), эта пыль даст начало суглинку или супеси, но никоим образом не лёссу. Не только обычная пыль не может в реке или в озере или в море дать начало лёссу, но совершенно ясно, что даже лёссовая пыль, т. е. пыль, получившаяся из развевания лёсса, попавши в воду, должна потерять значительную часть свойств, присущих лёссу, и превратиться в самый обыкновенный суглинок или супесь, в прозаическую смесь песка и глины, иногда карбонатную. Что это так, лучше всего видно по тому, что лёсс и лессовидные породы во влажном климате выветриваются: теряют присущие лёссу свойства и превращаются из рыхлой, пористой породы в обыкновенный суглинок или супесь. Подобным образом в болоте или под водой никогда не может образоваться чернозема: болотная почва только тогда в состоянии получить черноземовидный облик, если она высохнет и перестанет быть болотом. Пока порода находится под водой, если она даже имеет механический состав, тождественный с лёссом, и заключает карбонаты, до тех пор этот осадок не может иметь лёссового облика и не должен называться лёссом — слоистым, озерным и т. п., ибо эта порода никакого отношения к лёссу не имеет.

Идея об «озерном» лёссе могла возникнуть только таким образом, что наблюдали на суше слоистые породы, обладавшие лессовидным обликом. Но этот облик порода приобрела уже на суше, после того как она вышла из-под уровня воды. Исследователь имел перед собою не озерный лёсс, образовавшийся под водой в озере, а лёсс из озерного аллювия, что далеко не одно и то же.

ВАЛУНЫ В ЛЁССЕ

С точки зрения ветровой гипотезы является совершенно необъяснимым нахождение в толще лёсса валунов. Так, у Почепе (на р. Судости, притоке Десны) в типичном лёссе мощностью до 5 м я находил на глубине 3 м от поверхности гальки до 3—4 мм диаметром. Восточнее Прилук в с. Сребном Черниговской области, в лёссе мощностью в 6 м найдено на глубине 3 м несколько маленьких валунчиков аплита и известняка и один довольно большой гранитный валун (Агафонов, 1894, стр. 115). Во всех ярусах лёссов кристаллической полосы б. Херсонской губ. встречаются обломки коренных кристаллических пород (Крокос, 1927, стр. 253). В толще второго яруса лёсса на плато у Одессы тот же автор обнаружил (л.с.) кусок понтического известняка размерами $1,5 \times 2$ см. В лёссах, развитых на плато как на правом, так частью и на левом берегу р. Буг, наблюдаются включения карпатской гальки (Бондарчук, 1939, стр. 45—46). Такую же карпатскую гальку встретил Крокос (1927, стр. 253) в верхних двух ярусах лёсса на террасе Днестра у с. Малаешты. «В лёссах северокрымской низменности, — говорит Бондарчук (1939, стр. 46), — находятся не только обломки пород Яйлы, но, что особенно интересно, во вторичном залегании раковины фораминифер, вынесенные из палеогена Крыма. В бассейне р. Кубани в лёссовых породах находятся отторженцы Кавказа. У города Ногайска в лёссе каспийской террасы мной был найден валун гранита из Бердянского массива, диаметром около 20 см, перенесенный на расстояние многих километров». Таких фактов можно было бы привести еще очень много (см. например, Набоких, 1914, стр. 12; Флоров, 1916, стр. 10). Особенно часто встречаются валуны в лёссовидных суглинках, замещающих лёссы на севере; об этих включениях мы имели неоднократно случай говорить выше.

Набоких (1914), наблюдавший включения валунчиков в лёссах Харьковской области, дал этому явлению такое фантастическое объяснение: «в период формирования лёссовой толщи климат местности допускал существование вихрей и смерчей, которые и обогащали поверхность высоких плато осколками пород, захваченных ветром в оврагах и балках». Неужели и валун диаметром в 20 см, найденный у Ногайска Бондарчуком, тоже был занесен «ветрами и смерчами»? Крокос (1927, стр. 253) внес в теорию Набоких дальнейшее усовершенствование: обломки твердых коренных пород заносились на плато вихрями вместе с растениями, в корнях которых застревают эти обломки¹.

С нашей точки зрения нахождение валунчиков в материнской породе украинских лёссов, принесенной ледниковыми водами с севера, есть явление вполне естественное. Карпатская галька в лёссах Приднестровья и Прибужья свидетельствует о том, что материнские породы этих лёссов отложены водой, переносившей эту гальку.

Как бы то ни было, уже одного присутствия валунчиков и гальки в лёссах было бы достаточно для опровержения ветровой гипотезы.

¹ По этому поводу мне вспоминается следующий эпизод. В своем докладе на IV съезде почвоведов, я, между прочим, указывал, что с точки зрения ветровой гипотезы никак нельзя объяснить нередкое нахождение лёссовидных морен. Присутствовал на моем докладе и покойный, глубокоуважаемый мною Г. Н. Высоцкий, который был, как известно, непреклонным сторонником ветровой гипотезы. Во время прений он прислал мне сохранившуюся у меня поныне записку, в которой сообщал, что валунчики в эту породу могли, по его мнению, попасть вместе с извержениями птиц...

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Другое возражение, на которое неоднократно указывалось, заключается в следующем. Совершенно непонятно, почему ветер должен переносить частицы именно такого механического состава, каким характеризуется лёсс. Ветер, в зависимости от силы, может переносить и более крупные, и менее крупные частицы, но почему он должен отдавать предпочтение частицам диаметром от 0,01 до 0,05 мм, этого еще никто из сторонников ветровой гипотезы не объяснил. Так как типичные лёссы отличаются преобладанием названного диаметра частиц и в Европе, и в Азии, и в Америке, то пришлось бы допустить, что всюду ветер имел определенную скорость. Мало того, необходимо, чтобы ветер дул в одном и том же направлении и с одинаковой скоростью в течение нескольких десятков тысяч лет — иначе не мог бы получиться столь однородный осадок.

Касаясь отложений озерного лёсса у Луцка, Тутковский (1912, стр. 212) по числу слоев высчитывает, что толща этого лёсса мощностью до 48 м образовалась приблизительно в течение 30 тысяч лет или быть может полугодий. «Иными словами, с момента начала процесса навевания лёссовой пыли понадобилось около 30 тысяч лет (или полугодий) для полного насыпания этой пылью Луцкого послеледникового озера». Так как неслоистый лёсс в той же местности достигает толщины в 25 и более метров, то «вся продолжительность навевания лёссовой пыли выразится цифрой около 45 тысяч лет (или полугодий)». Примем минимальную величину, около 22—23 тысяч лет. Как справедливо отмечает Б.Б. Полюнов, придется принять, что в течение этих 22 тысяч лет золотая пыль навевалась ветрами, дувшими в одном направлении и с постоянной скоростью. Невероятность такого постоянства ветра столь очевидна, что на опровержении нет необходимости останавливаться.

Конечно, можно выдвинуть предположение (Обручев, 1929; Милановский, 1935, стр. 211—212), что механический состав отложенного ветром осадка испытывает, путем почвообразовательных процессов в сухом климате, изменение в сторону укрупнения глинистых частиц, в результате чего ветровой осадок превращается в суглинок, обладающий характерным для лёсса механическим составом. Однако, если признать эту возможность, то необходимость в ветровой гипотезе вообще отпадает: неужели только одни ветровые отложения могут испытывать подобные превращения?

Grahmann (1932, р. 12) ссылается на опыты Кёльбля (Kölbl, 1931) насчет скорости осаждения мелких частиц в воздухе и воде. Этот автор нашел, что скорость падения частиц диаметром меньше 0,05 мм в воздухе практически равна нулю. В воде частицы диаметром менее 0,02 мм тоже продолжают оставаться во взвешенном состоянии. Но эти лабораторные опыты несколько не могут способствовать разрешению вопроса о механическом составе лёсса, ибо в природе осаждение зависит от меняющейся скорости ветра и течения воды и от их турбулентного движения.

Нужно, однако, отметить, что иногда вода производит сортировку частиц, подобную той, какая наблюдается в лёссах. Ниже приводятся механические анализы аллювиальных суглинистых почв из дельты Волги. Анализы, заимствованные из работы почвоведов Е. Михайлова, любезно присланы мне проф. М. В. Кленовой (см. стр. 268).

Как видим, осадки эти, отложенные Волгой, по механическому составу весьма близки к лёссам. Подобную же картину обнаруживают суглинки, оставленные половодьем Рейна у Бонна, рекой Эльстер у Лейпцига, рекой Эльбой у Торгау — везде в указанных случаях максимум приходится на частицы 0,01—0,05 (Grahmann, 1932, р. 11, таблица).

№ разреза	Дельта Волги	Глубина образца см	>1,0	1,0—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01
1195	Участок с. Каралат в 1 км к югу от ильмена Чеченного	205—210	3,2	1,0	35,3	40,7	23,0
1062	Участок с. Никольского в 1,5 км к северу от пл. Шаронова . .	77—105	—	0,6	29,4	37,7	32,3
1064	В 3 км к югу от с. Никольского	131—157	—	0,3	15,6	42,4	41,7
1046	Участок с. Маячного близ ильмена Грачева	131—153	—	0,3	27,7	38,6	33,4
1713	Участок с. Хмелевки в 1 км от р. Волги и в 5 км к югу от с. Хмелевки	0—4	—	0,6	24,0	44,4	31,0
1420	Участок с. Джуировки в 0,5 км к востоку от нее	106—127	—	1,0	24,3	38,4	36,3
1435	Участок с. Гюлендеевки в 1 км к востоку от нее	37—66	—	0,9	13,0	48,6	37,5
1440	Участок с. Бакушева	0—5	—	1,3	14,2	44,2	40,3
1523	Участок с. Марфина в 1 км от с. Марфина к юго-востоку . .	28—39	—	0,3	21,6	42,5	35,5

ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ГИПОТЕЗЫ

В отличие от ветровой, делювиальная гипотеза опирается на наблюдаемые в природе факты. Она прекрасно объясняет залегание лёсса на горных склонах: она вполне применима к условиям залегания лёсса на склонах Копет-дага, Тянь-шаня (см. Розов, 1940, гл. II), гор северного Китая. Делювиально-пролювиальное (и частью аллювиальное) происхождение лёсса приташкентского района (бассейны Чирчика, Ангрена, Келеса) в настоящее время признается почти всеми среднеазиатскими геологами (см. Васильковский и Толстухин, 1937, стр. 39—40).

Но, прекрасно объясняя залегание лёсса на склонах, делювиальная гипотеза совершенно не в состоянии объяснить его нахождение на плато и на водоразделах, где именно нередко находится типичный лёсс. Предположение, что высоты, откуда был смыт лёсс, некогда существовали, а потом исчезли вследствие денудации, не выдерживает критики. При этом нужно отметить следующее. Те делювиальные процессы, которые А.П.Павлов наблюдал в среднем Поволжье, — это в значительной степени результат деятельности человека — следствие распахивания склонов и выпаса на них скота, что влечет за собой разрушение верхнего горизонта почвенного слоя. В естественных условиях делювий в степной зоне вряд ли может образоваться в сколько-нибудь заметных размерах.

Хорошо известно, какое громадное количество делювия отлагается на склонах степных оврагов, бассейн которых усиленно распаивается. Поэтому образование нормального делювия в степях, а тем более в лесной зоне, нужно отнести к другой, более сухой (ксеротемической) климатической эпохе¹. Иное положение вещей, конечно, в современной полупустынной и пустынной зонах, где делювий и пролювий образуются и ныне.

Затем нужно обратить внимание на то, что делювиальным путем образуются суглинки гораздо более разнообразного механического состава (см., например, Мирчинк, 1915, стр. 129, относительно делювия в бассей-

¹ Ср. также мнение Архангельского (1916, стр. 205, 208) относительно делювия Пензенской области и Хименкова (1934, стр. 164) относительно отсутствия современного делювия в пределах листа Калинин—Можайск—Духовщина—Торопец.

не Суры ниже Пензы; Мазарович, 1927, стр. 1084, относительно делювия среднего Поволжья), чем лёссы данной области, обладающие (в данном районе) более или менее определенным механическим составом. Но нужно указать на одно весьма нередкое исключение: когда делювий является делювием самого лёсса, то он по механическому составу, конечно, очень близок к лёссу.

ДВА ТИПА ДЕЛЮВИЯ

Впрочем, делювий из всякого рода пород может при посредстве почвообразовательных процессов степного, полупустынного и пустынного типов превратиться в лёссовидный суглинок или в типичный лёсс, но для этого нужно время. Поэтому следует различать два типа лёссового или лёссовидного делювия:

а) с о в р е м е н н ы й, образовавшийся из лёсса и представляющий собою весьма обыкновенное явление¹; при этом, как мы говорили, в лесостепной и степной зонах современный делювий есть результат деятельности человека;

б) д р е в н и й, получивший начало из всякого рода продуктов смыва и преобразованный почвообразовательными процессами (см. выше).

Эти два типа делювия прекрасно развиты, согласно описанию Иванова и Ивановой (1936, стр. 58), в пределах листа Тула — Лихвин — Чернь — Богородицк. Современный делювий представлен здесь грубыми бурими суглинками мощностью всего в 1—2 м. Древние делювиальные суглинки этих мест нередко достигают 6—15 м мощности; они, как и водораздельные (не делювиальные) суглинки, лёссовидны, но грубее их, нередко в основании с гальками местных пород, более песчансты, иногда неясно слоисты; они выполняют большие древние ложбины.

Делювий иногда имеет лёссовидный облик далеко на севере, например в бассейне верхней Вятки, под 60° с. ш. (Кассин, 1928, стр. 167). Без сомнения, это не современный, а древний делювий, тем более, что он часто включает кости крупных вымерших млекопитающих: *Bos priscus*, *B. primigenius*, *Elephas primigenius*, *Rangifer tarandus* и других (там же, стр. 168).

ВРЕМЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДРЕВНЕГО ДЕЛЮВИЯ

Очевидно, древние делювиальные суглинки лесостепного района, описываемые Ивановым и Ивановой, и лесного района, описываемые Кассиным, образовались в предыдущую, более сухую эпоху из поверхностных, вероятно, тоже лёссовидных, пород.

Саратовские лёссовидные делювиальные суглинки получили начало, по Архангельскому (1912, стр. 15 и сл.), в сухую межледниковую эпоху, соответствующую времени между двумя каспийскими трансгрессиями; согласно Мазаровичу (1927, стр. 1085), отложение этих суглинков «шло в условиях сухого полупустынного климата, водворившегося на юго-востоке в конце ледниковой и в первой половине ресс-вюрмской межледниковой эпохи»².

¹ Весьма поучительное изображение такого делювиального лёсса, залегающего на ярком лёссе в одном из оврагов у Новгород-Северска, дал Афанасьев (1914, рис. 17 при стр. 126).

² Мазарович (1932, стр. 228) приписывает мне мнение, будто делювиальные суглинки есть аналог лёсса. Такого взгляда я нигде не высказывал. Но я утверждаю, что делювий в сухом климате может принимать лёссовидный облик (1916, стр. 594).

ДЕЛЮВИАЛЬНЫЕ ЛЁССЫ

Итак, делювиальные лёссы, несомненно, существуют; это — лёссы склонов¹. Но лёссы в коренном залегании не могли произойти делювиальным путем.

Б. Петров (1937) на примере лёссов бийского лесостепья показал, что они не могли образоваться из делювия бурых покровных глин Кузнецкого Алатау: глины представляют значительно более разрушенный и выветрелый материал, чем бийские лёссы; в глинах больше устойчивых и меньше неустойчивых (тяжелых) минералов чем в лёссах. Если бы эти лёссы произошли из глин, то в них должно было бы значительно возрасти количество рудных минералов, циркона, рутила, кварца и других; вообще содержание в лёссах тяжелых, т. е. легко разрушающихся, минералов было бы ниже чем в глинах, а не выше.

Милановский (1935, стр. 211—212) наблюдал в Поволжье в частности в Сызранском районе, такое явление. Склоны, сложенные мощными толщами кварцевых песков, перекрываются песчанистыми суглинками, довольно богатыми «пылеватыми и иловатыми частицами», т. е. частицами диаметром от 0,05 мм и ниже. Приписывая этим лессовидным суглинкам делювиальное происхождение, Милановский вместе с тем правильно указывает, что они не могли образоваться за счет смыва струями с толщ кварцевых песков. Для объяснения названный автор выдвигает предположение, что «некоторая, иногда более, иногда менее значительная, часть мелкоземистого материала в делювиальных отложениях может происходить не за счет выветривания коренных пород, склона и края плато, но и за счет приноса пыли частью местного, частью, быть может, и отдаленного происхождения». «Этот эоловый материал, выпадавший на поверхности водоразделов и склонов, подвергался энергичному смыву редкими, но сильными дождями и ливнями, свойственным сухому климату Поволжья, и смешивался с местными продуктами выветривания». Но в этом предположении нет надобности, ибо совершенно ясно, что вышеупомянутые лессовидные суглинки произошли вовсе не делювиальным путем. Кроме того, если вообще ветровая пыль выпадала в бассейне Сызрани, то почему она здесь с водоразделов смывалась, а не образовала на них таких скоплений лёсса, какие, по мнению сторонников ветровой гипотезы, получались из нее западнее, на Украине? Почему эта пыль сосредоточилась только в делювии?

В последнее время Р. Ильин в многочисленных статьях (1927 и другие) пытался воскресить делювиальную гипотезу, применяя ее в широком объеме для объяснения происхождения всех водораздельных лёссов. Он говорит: «В скульптурной равнине выше всякого водораздела, как правило, найдется еще другой, еще более высокий, а потому и более древний, по отношению к которому наш водораздел является склоном, покрытым делювиальным дериватом той породы, которая частично уцелела в виде покрова этого древнего водораздела. А этот древний водораздел в свою очередь может оказаться склоном другого еще более древнего (более высокого). Идя таким образом еще далее по восходящим осям водоразделов, мы в конце концов доходим до высот, где на поверхность выходят коренные породы, что мы и видим не только на вершинах Альп, Алтая, Саян и других, когда-то пенепленированных горных стран, но даже и в русской равнине» (Ильин, 1936, стр. 594).

¹ Под этим именем (Gehängelösse) обозначил их еще Wahnschaffe (1886, р. 360, 366—367), указавший, что они «образовались, а, может быть, и теперь образуются на склонах путем смывания тонкозернистого материала».

Однако мало выставить такое положение, надо еще конкретными примерами доказать, что вышеизложенным путем может, действительно, отлагаться делювий (в обычном, павловском, понимании), что он действительно не попадет в какую-нибудь котловину, озеро, реку, откуда не будет вынесен в море, и т. п. Если картина Ильина верна, то надо отбросить вообще все учение о континентальных осадках: все и везде — один всеобъемлющий делювий.

Вот как Ильин излагает струевую теорию (1935, стр. 83): «высоты размывались до основания атмосферными осадками (? — Л.Б.)¹ на месте, материал лёсса везде и всегда является аутохтонным, имеет местное происхождение, а не дальнее, ни с каких соседних высот он не смещается (разрядка моя. — Л.Б.); большая часть продуктов размыва остается в понижениях страны, в долинах рек... Если размыв дойдет до предельного смыкания уровней разрушаемых снижающихся водоразделов с уровнями долин, выполняемых террасовыми наносами, то страна превратится в предельную равнину». Очевидно, автор изображает здесь (впрочем, весьма своеобразно) вообще работу материковой денудации, ведущей к образованию пенеплена, а не работу делювиальных процессов. Поэтому, если резюмировать мысли автора так: лёсс есть продукт денудации (в широком смысле), то против такого положения не будут возражать ни сторонники ветровой, ни аллювиальной, ни делювиальной, ни почвенной теории.

Итак, делювиальные лёссы, без сомнения, существуют: это лёссы склонов в засушливых областях. Но лёссы междуречных плато не могли произойти делювиальным путем.

ФАУНА ЛЁССА

ЭЛЕМЕНТЫ ФАУНЫ

Мы различаем, как изложено выше, момент отложения материнской породы лёсса и момент превращения этой породы в лёсс. Согласно этому взгляду, остатки фауны, находимые в лёссе, могут включать три разных элемента (Берг, 1916, стр. 633).

а) остатки фауны того времени, к которому относится отложение материнской породы лёсса;

б) остатки фауны, обитавшей в пустынно-степной области в эпоху, когда здесь из материнской породы, путем процессов выветривания и почвообразования, образовывался лёсс;

в) современную фауну, закапывающуюся или случайно попадающую в лёсс. Например, в лёссе близ Канева (на Днепре) находили ходы ныне живущего слепыша (*Spalax microphthalmus rodolicus*) на глубине 5,5 м от поверхности земли.]

Таким образом, очевидно, что в лёссе можно встретить остатки и водной и наземной фауны, и луговой, и степной, и лесной, и современной и вымершей. Поэтому при суждениях о способе образования данного лёсса по его фауне нужна величайшая осторожность: необходимо в каждом данном случае прежде всего исследовать, имеем ли мы дело с коренным залеганием лёсса или с лёссовым делювием; затем необходимо расчленивать фауну на те три элемента, о которых мы только что говорили.

¹ Где это бывает, чтобы высоты денудировались до основания не вообще всеми денудационными агентами, а одними атмосферными осадками?

ОСТАТКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЛЁССАХ

По представлениям сторонников ветровой гипотезы, остатки мамонта, носорога, лошади, быка, оленя (мы указываем сейчас на млекопитающих, которые не зарываются в грунт) могут находиться в любом горизонте лёсса, ибо каждый горизонт, согласно золотой гипотезе, в свое время был поверхностью почвы. С нашей же точки зрения остатки упомянутых животных в коренном залегании могут, как правило, находиться или под лёссом, или в горизонтах ископаемых почв, заключенных в толще лёсса и под лёссом, исключая, конечно, те случаи (весьма редкие), когда мы имеем дело с делювиальным лёссом. В самой толще лёсса (помимо горизонтов ископаемых почв) остатки мамонта, лошади, быка могут находиться обычно лишь во вторичном залегании¹. Насколько можно составить себе представление по литературным данным, залегание остатков крупных млекопитающих соответствует нашей гипотезе (Берг, 1916, стр. 635—636). По наблюдениям Пидоплички (1937, стр. 55), скопления костей четвертичных млекопитающих—главным образом мамонта, носорога, бизона—почти всегда связаны с базальной частью лёсса. И здесь можно ясно видеть, что кости были погребены в водных отложениях, тем более, что, согласно данным того же автора, на костях не заметно следов субаэрального выветривания.

В надморенном ярусе лёсса, по среднему Поднепровью, кротовины, т. е. ходы сусликов, тушканчиков и сурков, приурочены исключительно к современному почвенному горизонту. Это обстоятельство, отмеченное Пидопличкой (1937, стр. 52), упомянутый автор правильно ставит в связь с водным происхождением всего надморенного яруса лёсса: «от начала до полного окончания седиментации лёссовой надморенной толщи существовали условия, препятствовавшие жизни в ней степным землероям. Соответственно общему характеру этой толщи такими условиями могли быть только затопления местности. В сухой степи, даже и в пустыне, если бы она существовала в это время, могли бы жить землерои, которые так или иначе оставили бы следы своей деятельности». Раскопки поселения в с. Халеппе Киевской области с остатками трипольской культуры показали, что кротовинный горизонт лёсса образовался в послетрипольское время, т. е. в течение последних 4 000 лет.

В верхнем ярусе лёсса Украины, согласно Пидопличке (1932, стр. 70), найдены остатки следующих млекопитающих: слепышей *Spalax microphthalmus*, *S. polonicus*, сусликов *Citellus citellus*, *C. suslicus*, *C. pygmaeus*, байбака *Marmota bobak*, полевки *Microtus arvalis*, хомяков *Cricetus cricetus*, *Cricetulus migratorius*, лесной мыши *Apodemus sylvaticus*, малой пищухи *Ochotona pusilla*, барсука *Meles meles*, перевязки *Vormela sarmatica*, степного хорька *Putorius evermanni* и других. За исключением *Ochotona pusilla*, ныне на Украине вымершей, это все современные виды, проникшие в лёсс через кротовины, очевидно, в историческое время или незадолго до этого и к эпохе отложения материнской породы лёсса не имеющие никакого отношения. Но и малая пищуха жила в Киевской области лет 100—150 назад (Пидопличка, 1934, стр. 79).

Что касается второго сверху яруса украинского лёсса (залегающего под верхним горизонтом ископаемой почвы), то, по мнению Пидоплички (1932, стр. 72), относительно найденных в нем остатков грызунов тоже

¹ Мы говорим—обычно, потому что легко представить себе случаи, когда мамонт или лошадь могли погибнуть в неглубоких речных разливах или трупы их оказаться затопленными половодьем на речных террасах.

нет уверенности, что они не проникли в толщу лёсса через кротовины. Фауна более низких горизонтов украинских лёссов исследована недостаточно.

По мнению Пидоплички (1938, стр. 55, 74), вряд ли остатки мамонта и шерстистого носорога всегда наблюдались на Украине в первичном залегании; гораздо правдоподобнее, что из ледниковых отложений эти остатки были переотложены в базальную часть лёссовидных суглинков в начале послеледникового времени. Точных данных об условиях нахождения мамонта, к сожалению, известно мало. Но имеющиеся в литературе указания подтверждают мое мнение о том, что в толще лёсса остатки мамонта не могут находиться в первичном залегании (а это именно принимают сторонники ветровой гипотезы). В «гумусовом лёссе», т. е. в горизонте ископаемой почвы (именно, в первом, считая сверху, горизонте) м. Хмелева, на одном из притоков р. Сулы, Армашевский (1903, стр. 60, 225) обнаружил остаток бивня мамонта. Недалеко от Фастова (Киевской области) в лёссе, на глубине 2 м от поверхности, были найдены кости конечностей мамонта и позвонки. Это местонахождение было обследовано Бурчак-Абрамовичем (1935). Почвенный горизонт кончается здесь на глубине 170 см (с 170—175 см — вскипание с соляной кислотой). Трубочатые кости лежали горизонтально, но в разбросанном состоянии; очевидно кости после смерти не остались *in situ*, а были перемешаны. На позвонках заметны следы окатанности. Таким образом, надо думать, что мамонт погиб не *in situ*, в толще лёссовых осадков, а отдельные кости были принесены сюда водою, например на льдине. Весьма неправдоподобно, чтобы «время гибели» мамонта, как сказано в украинском тексте упомянутого автора (стр. 139), приходилось на вторую половину второй вюрмской стадии оледенения. Но зато вероятно, что «время отложения остатков мамонта», как сказано там же в русском тексте, относится ко второй половине оледенения «вюрма» II.

Итак, условия нахождения млекопитающих в толщах лёсса, не соответствуя предпосылкам ветровой теории, хорошо согласуются с почвенной.

ЯЙЦА ПТИЦ В ЛЁССЕ

Страус. В середине прошлого столетия на Украине, километрах в 25 к юго-западу от Кривого Рога, было найдено в красно-бурых глинах целое яйцо страуса, которое А. Брандт (1872) описал как *Struthio lithus chersonensis* (теперь этот вид называют *Struthio chersonensis*, см. Lambrecht, 1933, р. 104). После этого в северном Китае, Монголии и в Забайкалье нередко находили целые яйца страуса *Struthio anderssoni* (Lowe, 1931), или обломки яичной скорлупы в лёссах и в подлежащих породах (верхний плиоцен). Повидимому, страус этот существовал в Китае еще в историческое время (Bedford, 1937). Andersson (1923, р. 55 sq.) перечисляет много местонахождений яиц страуса в лёссах Чжи-ли, Шань-дуна, Хэ-наня. Их находили и в лёссе северного Шань-си (Young, 1933). Андерссон (р. 71) считает яйца за руководящее ископаемое китайского лёсса, что, впрочем, нельзя считать правильным, ибо яйца *S. anderssoni* были находимы и в красно-бурых глинах (Reddish clay), залегающих ниже лёсса, а также в ярусе Sanmen (верхний плиоцен или нижний плейстоцен). Сам Andersson (р. 66) наблюдал в Хэ-нани (округ Mien-chih-hsien) в лёссе рядом два яйца (т. е. кладку) страуса, причем добыл одно целое яйцо длиной 18 см (следовательно, почти такой же длины, как у *S. chersonensis*); поблизости были в лёссе раковины наземных моллюсков. В том же округе отмечено нахождение яйца страуса в неясно слоистом лёссе с остатками «Helicidae». Bensley (1921, р. 4) упоминает о яйце, которое залегало в лёссе берегового обрыва Хуан-хэ в Хэ-нани.

Andersson (1923, p. 71, 127) высказывает предположение, что яйца или гнезда страусов были некогда засыпаны, во время пыльных бурь, лёссовой пылью; этим можно объяснить, по его мнению, прекрасную сохранность яиц и то обстоятельство, что они нередко встречаются в лёссе попарно, а однажды в Шань-дуне (p. 55) было найдено вместе 4 яйца.

Однако трудно себе представить такой способ погребения яиц. Пыльные бури в Китае в доисторические времена вряд ли могли быть частыми. А для того, чтобы засыпать крупное яйцо страуса пылью, нужны сотни лет, в течение которых яйцо не могло остаться целым. Без сомнения, яйца откладывались на речных террасах, а затем быстро заносились речным аллювием. При таком способе погребения понятно, что яйца могли остаться в неприкосновенности. В доказательство аллювиального происхождения породы, в которой были находимы яйца, можно привести: 1) то, что вообще весь лёсс на северо-китайской низменности аллювиального происхождения, 2) известные случаи (см. выше), когда яйца залегали в слоистом лёссе. Во внутренней Монголии, в Эртемте (около 160 км к северо-северо-западу от Калгана) обломки скорлупы страуса найдены в плиоценовых песках совместно с раковинами пресноводных моллюсков и с позвонками рыб (Andersson, 1923, p. 43; Berkey and Morris, 1927, p. 382). Как видим, яйца страуса встречаются в пресноводных отложениях. В Забайкалье (в бассейне Селенги и восточнее Троицкосавска) обломки скорлупы страуса (*Struthio* sp.) были находимы в прибрежных песках (Тугаринов, 1930).

Итак, не может быть сомнения в том, что яйца страуса, находимые в лёссах, были погребены под аллювиальными отложениями.

Гусь-сухонос. В лёссах Хэ-нани было найдено целое яйцо, длиной 74 мм, не отличающееся по величине и форме от яйца китайского гуся или сухоноса, *Cygnopsis cygnoides* (Bate, 1931, p. 44, fig. 5). Гусь этот, обычный в Китае, где он разводится, гнездится от Алтая до Камчатки, Монголии, верховьев Хуан-хэ и Южноуссурийского края. Он устраивает гнезда по берегам водоемов, иногда на сухой степи, среди травы, обычно же по заболоченным и кочковатым местам, среди прибрежных ивняков, камышей, зарослей чия, на болотистых лугах (Козлова, 1930, стр. 70; Сушкин, 1938, стр. 134). На этих местах яйца, понятно, легко могли быть занесены речным аллювием.

МОЛЛЮСКИ

Условия сохранения раковин моллюсков в лёссе. Материнскими породами украинских лёссов, как мы говорили, являются преимущественно водно-ледниковые отложения. В лёссе, образовавшемся таким способом, будет заключаться:

1. Водная фауна, обитавшая в данном водоеме ледникового времени. Но при этом нужно иметь в виду, что раковины моллюсков в отложениях рек с более или менее быстрым течением не сохраняются. В озерах, даже современных, остатки моллюсков обычны лишь в прибрежных отложениях, в центральных же частях водоема отсутствуют. Водоемы ледникового времени, с холодной и мутной водой, принадлежали к особому типу, необычному для современных равнин. По характеру фауны они были беднее современных дистрофных озер, которые очень бедны моллюсками (Жадин, 1933, стр. 27). Эти водоемы можно сравнивать, по характеру фауны, с «аргиллотрофными» водоемами Наумана (1932). Сильно мутные воды особенно неблагоприятны для двустворчатых (там же, стр. 37): американские исследователи объясняют бедность реки Миссури двустворчатыми моллюсками именно высокой мутностью воды и неустойчивостью ложа этой реки. Вообще взвешенные и влекомые по дну наносы оказывают на донную фауну

весьма неблагоприятное влияние, приводя иногда к полному исчезновению таковой. Чередуя отложения и размыва наносов имеет особо вредное значение для фауны. Могут указать, что в низовьях Сыр-дарьи и Амударьи в русле (но не в пойменных озерах) я не находил никаких моллюсков, ни брюхоногих, ни двустворчатых. Как известно, вода этих рек отличается необычайной мутностью (в среднем течении Амударьи 1 м³ воды содержит в июле свыше 3 кг взвешенных наносов); реки эти отлагают на дне большое количество наносов, которые обычно очень скоро размываются, а затем отлагаются в другом месте.

Таким образом, ожидать в лёссах водно-ледникового типа обильной фауны моллюсков не приходится. Сплошь и рядом большие толщи типичного лёсса совершенно лишены остатков моллюсков. Самый верхний («юрмский») горизонт лёсса на плато нередко совсем лишен моллюсков (Мельник, 1932, стр. 208) или содержит скудные остатки наземных *Succinea*, *Pupilla* (например, в бассейнах Орели и Самары — левых притоков Днепра; Лунгерсгаузен, 1933, стр. 139).

2. Разливы водоемов ледникового времени простирались в различные годы вглубь страны на различное, от берега водоема, расстояние. Подобным образом и в современных поймах каждый год покрываются водой не одни и те же площади. Вспомним, какие громадные пространства заливала, например, Хуан-хэ во время неоднократных перемещений своего русла. В ледниковое время на периодически осушаемых местах поселялась наземная — луговая или даже степная — флора и фауна, а затем, во время большого половодья, организмы оказывались погребенными под осадками, которые были оставлены полными водами. Материнские породы лёссов отлагались «на периодически увлажняемых участках» (Бондарчук, 1939, стр. 47), где и жила фауна наземных моллюсков.

Подобным образом в четвертичном аллювии речных террас всюду можно видеть смесь раковин речных и наземных (луговых) моллюсков; для примера сошлемся хотя бы на четвертичную фауну террас р. Псла, где на 58 пресноводных форм найдено 13 наземных (Бондарчук, 1933, стр. 107—108). В аллювиальных отложениях второй террасы р. Оки близ Елатмы, именно в песчанистой глине с глубины 1,2 м от поверхности террасы, Даниловский (1932, стр. 5) обнаружил 13 видов наземных моллюсков (217 экз.) и один (!) пресноводный вид (одна створка *Pisidium obtusale*).

3. Другой существенный элемент в фауне лёссов — это остатки наземных животных, попавшие пассивно — например, во время разливов — в воду. Мы уже видели выше (стр. 166), что, по данным Ляйеля (1834), в наносах от современных разливов Рейна преобладают раковины наземных моллюсков. В каких количествах эти раковины попадают в воду во время половодья, можно видеть по следующему примеру: в наносах от разлива Майна 19 февраля 1876 года Sandberger собрал 10 747 экземпляров (38 видов) наземных моллюсков и 69 экземпляров (14 видов) водных, т. е. всего 0,7% обитателей воды (из Wahnschaffe, 1886, p. 364). Teilhard de Chardin и Licent (1924, p. 75) сообщают, что в реках северного Китая можно встретить сотни раковин наземных моллюсков «*Helix*» [вероятно *Cathaisa*] и *Pupa*, характерных для лёссов этих мест¹. Гислоух (1915, стр. 77) нашел в ледниковом иле Нижнего Гриндельвальдского ледника (Швейцария) пустые раковины моллюсков *Arianta arbustorum*, *Hugromia hispida*, *Pupilla muscorum* и др. — все раковины наземных моллюсков, характерные для лёсса. Образец «по высыхании оказался

¹ О моллюсках из китайского лёсса см. Hilber, 1882; Sturany, 1901; Ping, 1931.

со всеми признаками типичного лёсса» (в чем мы, впрочем, сомневаемся).

В куске лёсса из Рейнской провинции величиной примерно 20×10 см и толщиной в 3 см оказалось множество раковин моллюсков, которые в образце были рассеяны не сплошь, а находились в тонком слое. Исследование показало, что здесь заключается 2 254 раковины, именно (Brockmeier, 1931, p. 590):

Наземные	<i>Succinea oblonga</i>	1 547 экз.
	<i>Pupilla muscorum</i>	676 »
	<i>Columella edentula columella</i>	5 »
	<i>Hygromia hispida</i>	4 »
Водные	<i>Gyraulus rosmässleri</i>	22 »
	<i>Planorbis planorbis</i>	2 »
	<i>Stagnicola palustris</i>	1 »

Следовательно, на 1 кв. см здесь приходится свыше 10 раковин. Так как лёссовые *Succinea oblonga* имеют в высоту 5—8 мм, то совершенно очевидно, что 1 547 живых моллюсков не могли существовать на площади в 200 см². Ясно, что пустые раковины янгарки были принесены сюда водой.

Савинь и Францесон (1930, стр. 55—56) находили в различных образцах украинских лёссов во всей толще, включая и погребенные почвы, мелкие осколки наземных (и пресноводных?) раковин, редко превышающие 1 мм в диаметре и потому не отличимые простым глазом от мелких пятнышек карбонатов. Эти осколки встречаются как в лёссах на плато, так и в лёссах склонов. Упомянутые авторы правильно говорят, что эти осколки не могли быть перенесены ветром. Это, очевидно, обломки раковин, измельченных во время переноса их водой.

Доказательства ископаемого состояния. Многими авторами и у нас, и на Западе отмечено, что лёссовые моллюски отличаются от современных западноевропейских малым ростом (Мельник, 1932, стр. 233; Лунгерсгаузен, 1933, стр. 142; Бондарчук, 1933, стр. 33—35; 1937, стр. 128—129). Очевидно, все эти малорослые лёссовые моллюски есть ископаемые формы; их нельзя считать ныне живущими, случайно (например, по трещинам) попавшими в толщу лёсса.

О том же говорит нахождение в лёссах Украины следующих северных моллюсков, ныне вымерших на Украине: *Vallonia tenuilabris*, *Columella edentula columella*, *Vertigo parcedentata* и *Gyraulus gredleri*. Все это свидетели более холодного (чем нынешний) климата, при котором отлагались материнские породы украинских лёссов.

Линзы в лёссе. Нижние ярусы лёсса более богаты моллюсками, причем показывают преобладание водных форм.

Если моллюски встречаются в лёссе, то они обычно не рассеяны разбросанно по всей толще этой породы, а сосредоточены в небольших линзах¹; «положение этих линз в разрезе отдельных горизонтов (лёсса) неаксиоматично и бывает на различных уровнях, хотя в нижней части горизонтов линзы встречаются чаще» (Бондарчук, 1938, стр. 44). Если же раковины рассеяны в породе, то они принадлежат преимущественно обитателям небольших пресных водоемов и влажных мест (Бондарчук, 1939, стр. 46). В лёссе окрестностей Чернигова и Чернобыля (на Припяти) встречается вместе с раковинами моллюсков также хвоя сосны (там же, стр. 46)—очевидно, принесенная водой. Относительно линз верхнего («вюрмского») горизонта украинского лёсса Бондарчук (1937, стр. 121)

¹ Замечательно, что остатки млекопитающих в лёссах Китая тоже приурочены к песчаным линзам (Barbour, 1935, p. 54).

сообщает, что они состоят из бесструктурного плотного лёсса, имеют мощность в 0,5—1,5 м, а длину в 10—25 м. По механическому составу и цвету линзы с фауной моллюсков не отличаются от прочей массы лёсса данного горизонта. Названный автор склонен рассматривать эти линзы как погребенные степные блюдца. Это возможно, и тогда линзы явились бы результатом древних просадочных явлений в лёссах (об этих явлениях см. ниже). Но мне представляется более вероятным, что линзы эти результат линзообразного отложения водных осадков: в поймах больших рек можно наблюдать после спада полых вод западины, то наполненные водой, то покрытые луговой растительностью. Я наблюдал их, например, на Десне у Чернигова (Берг, 1914), есть они в поймах Днепра и других рек. «Поемные лужи» в пойме Оки у Муроме и их население описывает Жадин (1940, стр. 637—641). Образование этих поемных западин объясняется неравномерным отложением аллювиальных осадков, водоворотами, а также, возможно, просадками. Кроме того, линзы могли получиться от заполнения старых русел и рукавов, весьма обычных в поймах¹. В поемных западинах и в старицах поселяется водная фауна моллюсков; здесь же откладываются пустые раковины моллюсков, принесенные полкой водой (по Бондарчуку, 1932, p. 50, в линзах 60% моллюсков пресноводные, а 40% наземные). В остальной же толще пород, давших начало лёсса, двустворчатых, по изложенным выше причинам, не было, и они, как уже упомянуто, или совсем безжизненны (в отношении моллюсков), или содержат только раковины преимущественно наземных моллюсков—нередко во вторичном нахождении.

Замечательно, что в неяснослоистых покладных глинах, венчающих четвертичные отложения по нижней и частью средней Волге, раковины моллюсков тоже обычно сосредоточены в линзах. Глины эти, относящиеся к верхнекаспийским хвалынским отложениям, есть осадки последней трансгрессии Каспийского моря, и им никто не приписывает ветрового происхождения. Так, у Красноармейска (близ впадения р. Сарпы в Еолгу) на надпойменной (степной) террасе, под тонким слоем (10—20 см) песчаной почвы, залегают покладные глины общей мощностью в 1 м. На метр ниже поверхности степи в глинах расположены линзы желтобурого песка, длиной до 50 см, высотой до 10 см, переполненные каспийскими раковинами хорошей сохранности, с наличием обеих створок: *Didacna*, *Monodacna*, *Adacna*, *Dreissena*; выше линз песка в глинах встречаются прослойки ракушечника из тех же раковин, но плохой сохранности (Жуков, 1936, стр. 246).

Состав фауны моллюсков. К сожалению, до сих пор не произведено сборов моллюсков из лёсса с той тщательностью, которая именно здесь настоятельно необходима. Собиратели обычно не указывают точное местонахождение моллюсков в лёссе: на каком расстоянии от почвенного покрова и от постели слоя они встречаются, а также в линзах (о них см. выше) или вне линз. Не исключена возможность, что мелкие моллюски или их раковины могли проникать в толщу лёсса по корням растений, кротовинам, трещинам—в современную эпоху или в ксеротермическую. Материнская порода лёсса могла откладываться при наличии холодного климата и заключать соответственную фауну, а затем в ксеротермическую эпоху на лёссе и в нем могла развиваться фауна теплолюбивая. Затем остатки всех этих животных смешиваются. Но если погребение раковин

¹ Такие песчаные линзы имеются в аллювиальных отложениях, слагающих поверхность Муганской степи (Саваренский, 1931, стр. 47—48).

моллюсков одновременно с отложением породы, то «основной вопрос; к разрешению которого в поле должен стремиться палеоэколог, есть вопрос о том, представляет ли найденное скопление о таменелостей прежний биоценоз или (вторичное) скопление форм, не бывших связанными при жизни» (Геккер, 1933, стр. 16). А мы видели, что в лёссах нередки массовые скопления раковин моллюсков во вторичном залегании. Не сделано сравнения лёссовых моллюсков с ныне живущими в Украине.

В качестве возражения против почвенной теории Архангельский (1913, стр. 23) и Дмитриев (1936, стр. 60) указывают на то, что в лёссе встречаются «неповрежденные нежные раковины моллюсков», которые местами имеют прекрасную сохранность. Однако это обстоятельство никак не может свидетельствовать против моей теории. В самом деле в лёссовидных пресноводных суглинках нередко встречаются в полной сохранности нежные раковины моллюсков. Этим лёссовидным суглинкам одни приписывают водно-ледниковое происхождение, другие — ветровое. Сам Дмитриев считает верхний ярус упомянутых суглинков, для которых он указывает нахождение раковин моллюсков, за водно-ледниковое, а не за эоловое образование (1930, стр. 40; 1937, стр. 224—225). Почему же нахождение тех же раковин в типичном лёссе должно говорить в пользу ветрового накопления этой породы? Раз раковины моллюсков могли сохраниться при процессах почвообразования и выветривания в лёссовидных пресноводных суглинках, то почему они не могли сохраниться в лёссах? Но, помимо этого, мы уже указывали (стр. 276) на то, что в лёссах Украины встречается много осколков раковин — очевидно, раздробленных во время переноса их водой.

«Почвенный климат» лёссов и лёссовидных суглинков вообще благоприятствует сохранению в них ископаемых: это порода, в общем, сухая, пористая, хорошо проветриваемая, водопроницаемая, а к тому же она богата карбонатами. Все это способствует сохранению в ней раковин. Выше мы уже упоминали о нахождении в каспийских лёссовидных породах раковин каспийских моллюсков.

Но, конечно, нельзя отрицать, что при процессах выветривания и почвообразования в лёссе известная часть раковин моллюсков должна исчезать. После этих замечаний изложим сведения о составе фауны моллюсков в лёссах Украины.

Агафонов (1894, табл.) дает такой список моллюсков из полтавского лёсса (определения принадлежат О. Беттгеру, 1889). Номенклатура приведена мною по Гейеру (Geyer, 1927) и Линдгольму (1933); у Гейера же и у Жадиана (1933, 1940) взяты данные о современных местах обитания (ср. также Ehrmann, 1933); в скобках номенклатура Агафонова.

Valvata pulchella (*V. macrostoma*), в лужах и болотах, в речных наносах.

Bithynia leachi, в стоячих водоемах.

Planorbis planorbis (*Pl. umbilicatus*), в стоячих и медленно текущих водоемах. Характерный биотоп — водная растительность или луговая затопленная. Хорошо переносит временное пересыхание водоема.

Paraspira spirorbis (*Planorbis spirorbis*, *Anisus spirorbis*), в лужах и болотах. Хорошо переносит временное (до 11 месяцев) высыхание водоемов.

Gyraulus laevis (*Planorbis glaber*), болота, родники, поймы рек.

Stagnicola palustris (*Limnaea palustris*), в лужах, болотах, озерах и медленно текущих водах.

Galba truncatula (*Limnaea truncatula*), в мелких озерах, медленно текущих водах, болотах, ключах; выползает на влажные берега.

Cochlicopa lubrica (*Cionella lubrica*), на суше, во влажных местах на лугах, в лесу под листвой и т. п.

Vallonia pulchella (*Helix pulchella*), на лугах, в траве и под камнями.

V. costata (*Helix costata*), на лугах, под камнями, в траве, но и на сухих местах.

V. tenuilabris (*Helix tenuilabris*), наземная форма; вид этот в настоящее время вымер на Украине, в Белоруссии, в Ленинградской области, а также в Германии, но он продолжает существовать в бассейнах Северной Двины и Онеги (Даниловский, 1940, стр. 106).

Pupilla muscorum (*Pupa muscorum*), обычная форма в лёссе как на сухих, так и на влажных местах: в траве, под камнями, на лугах, также в горах на мшистых местах.

Jaminia (*Chondrula*) *tridens* (*Buliminus tridens*), на сухих, травянистых склонах.

Succinea pfeifferi, на водяных растениях, но иногда также в пойменных болотах, в весенних лужах.

S. oblonga, во влажных прибрежных местах, но также под камнями и т. п., обычная форма в лёссах.

Helicella striata (*Helix striata*), на сухих травянистых склонах, также на сухом песке.

Serpaea vindobonensis (*Helix vindobonensis*), на сухих склонах.

Те же формы, за исключением *Valvata pulchella*, *Cochlicopa lubrica*, *Galba truncatula* и *Helicella striata*, были обнаружены докучаевской экспедицией и в пресноводных мергелях.

Как видим, фауна моллюсков лёсса представлена как наземными, так и водными моллюсками; большинство наземных принадлежит к влаголюбивым формам.

Последующие авторы, исследовавшие фауну моллюсков украинского лёсса, расчленили здешние лёссы на «типичные», содержащие исключительно наземных моллюсков, и на нетипичные, в которых есть большая примесь пресноводных. Так, Мельник (1932, стр. 222) из «типичного, вюрмского» лёсса среднего Поднепровья приводит следующие 8 форм — все наземные:

<i>Vallonia pulchella</i> ,	очень редко.
<i>V. tenuilabris</i> ,	массаи.
<i>Pupilla muscorum</i> ,	массаи.
<i>P. sterri</i> (<i>P. supra</i>);	на сухих местах.
<i>Jaminia tridens</i> ,	очень редко.
<i>Succinea oblonga</i> ,	массаи.
<i>Helicella striata</i> ,	массаи.
<i>Monacha rubiginosa</i> ,	на влажных местах, массаи.

Как мы говорили, лёссы с присутствием пресноводных моллюсков Мельник отнесла к нетипичным. Вот список моллюсков (Мельник, 1932, стр. 225) из линзы в лёссе, который признан автором за отложение в водоеме, существовавшем в верхнем («1-м») горизонте типичного лёсса:

Водные	<i>Radix ovata</i>	9 экз.
	<i>Stagnicola palustris</i>	169
	<i>Leptolimnaea glabra</i>	3
	<i>Galba truncatula</i>	4
	<i>Planorbis planorbis</i>	15
	<i>Paraspira spirorbis</i> , <i>P. leucostoma</i>	47
	<i>Gyraulus rossmaessleri</i>	10
	<i>Bathymphalus contortus</i>	4
	<i>Pisidium casertanum</i> , <i>P. obtusale</i>	18
	<i>Aplexa hypnorum</i>	8
Наземные	<i>Vallonia tenuilabris</i>	2
	<i>Pupilla muscorum</i>	2
	<i>Succinea pfeifferi</i> , <i>S. oblonga</i>	13
	<i>Monach rubiginosa</i>	22

Здесь мы видим преобладание (и по числу видов и по количеству особей) пресноводных форм и небольшую примесь наземных.

Но для подморенного «типичного» лёсса Мельник приводит, наряду с наземными моллюсками, и пресноводные (стр. 216, 217, 219, 221, 228—229). В некоторых обнажениях (№ 77, с. Крапивна) подморенный лёсс заключал исключительно пресноводных моллюсков (*Stagnicola palustris*, *Paraspira leucostoma*) или (№ 79, с. Демки) смесь наземных и пресноводных с преобладанием последних.

Во всех горизонтах полтавских лёссов по линии Гребеники—Лубны—Миргород Крокос (1933, стр. 59) находил преимущественно пресноводные формы, списки которых им приводятся по горизонтам.

В верхнем ярусе лёсса, покрывающем древнюю террасу р. Десны в Новгород-северском районе, Пидопличка (1937) обнаружил в первичном залегании речного моллюска *Theodoxus fluviatilis*.

Согласно Бондарчуку (1938, стр. 45) типичный список моллюсков для каждого горизонта украинского лёсса включает следующие формы:

Водные: *Stagnicola palustris*, *Galba truncatula*, *Planorbis planorbis*, *Paraspira spirorbis*, *P. leucostoma*, *Gyraulus albus*, *G. rossmaessleri*, *G. gredleri*; последний вымер на Украине и в Белоруссии, редок в Ленинградской области, существует на севере, в Сибири и в Скандинавии, в Германии (редко), в Альпах.

Наземные: *Monacha rubiginosa*, *Euconulus trochiformis*, *Succinea oblonga*, *S. putris*, *S. pfeifferi*, *S. elegans*, *Vallonia tenuilabris* (о ней см. выше, стр. 279), *Pupilla muscorum* var. *edentula*, *P. muscorum* var. *unidentata*, *Vertigo parcedentata* (вымер на Украине и в Германии, но, возможно, живет в Альпах Швейцарии), *Columella edentula columella* (этот подвид вымер на Украине и в Германии, но сохранился на севере и в горах); *Cochlicopa lubrica*.

Приведем более детальный список моллюсков из первого (верхнего) яруса лёсса Украины, по данным Бондарчука (1933, стр. 17—18; 1937, стр. 121—122), с указанием, где найдены остатки—вне линз в толще лёсса или в линзах; для тех моллюсков, которые не значатся в списке Агафонова (см. выше, стр. 278), сообщаются по названным выше источникам условия их обитания. Фауна собрана в окрестностях Чернигова, Козельца и в бассейнах рек Псла и Хорола.

Водные формы. *Galba truncatula*. Линзы.

Planorbis planorbis. Линзы и вне линз.

Paraspira spirorbis. Линзы.

P. leucostoma (*Planorbis spirorbis* var. *leucostoma*). Линзы и вне линз. В мелких и высыхающих лужах, в луговых болотах; хорошо переносят временное высыхание водоема; могут вмерзать в лед и по оттаивании возвращаются к жизни.

Gyraulus albus (*Planorbis albus*). Линзы. Пруды, озера, побережья рек с медленным течением.

G. rossmaessleri (*Planorbis rossm.*). Линзы. Болота, лужи, ручьи, пруды, озера, побережья рек.

G. gredleri (*Planorbis gredleri*). Линзы. В зарослях водных растений в мелких озерах и речках.

Bathyomphalus contortus (*Planorbis contortus*). Линзы. Озера, пруды, лужи, болота.

Arpelexa hypnorum. Линзы. Болота, лужи, заросшие ручьи. Выносит временное высыхание воды в болотах.

Radix ovata (*Limnaea ovata*). Линзы и вне линз. Старицы, пойменные лужи, побережья больших рек и озер.

Stagnicola palustris. Линзы и вне линз.

Leptolimnaea glabra (*Limnaea glabra*). Линзы. В болотах и лужах.

Наземные. *Cochlicopa lubrica*. Линзы.

Vallonia tenuilabris. Вне линз (обычна) и в линзах.

V. pulchella. Вне линз. На лугах, под камнями, в траве.

V. costata. Вне линз.

Columella edentula (*Sphyradium edentulum*) и subsp. *columella*. Вне линз (первая форма; но в других горизонтах встречаются обе формы) и в линзах (обе). На влажных местах, в лесах, на траве.

Pupilla muscorum var. *edentula* и *unidentata*. Вне линз (обычна) и в линзах.

P. sterri (*P. supra*). В линзах и вне линз. На сухих местах, на корневых знаках.

Succinea pfeifferi и *S. oblonga*. В линзах и вне линз.

Helicella striata. В линзах и вне линз.

Monacha rubiginosa. В линзах и вне линз. По краю водоемов, на влажных лугах и вообще на влажных местах.

Из этого перечня видно, что в первом (верхнем) ярусе лёсса встречаются: 1) пресноводные моллюски—по нашему мнению, преимущественно *in situ*, 2) сухопутные—в линзах во вторичном местонахождении, вне линз—возможно, в первичном.

Geyer (1917, p. 43, 45) приводит такой список типичных для лёсса Швабии (бассейн Неккара) моллюсков (расположены в порядке частоты их нахождения): *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Xerophila striata*, *Hygromia hispida*, *Columella edentula columella*, *Clausilia parvula*, *Vallonia costata*, *Arianta arbustorum*, *Jaminia tridens*. Реже встречаются другие наземные моллюски, а также водные (из семейств *Limnaeidae* и *Planorbidae*); из водных часто попадает в лёссе *Galba truncatula*.

Раковины наземных моллюсков в аллювии. Нередкое нахождение в лёссах верхнего горизонта почти исключительно наземных моллюсков объясняется следующим образом: холодные и мутные ледниковые воды, как мы говорили, были обычно совершенно лишены моллюсков, а пустые раковины наземных моллюсков попадали в флювио-гляциальные отложения во время половодий с сухих мест. Помимо того, как мы тоже упоминали, наземные моллюски обитали на сухих пространствах, временами затоплявшихся полыми ледниковыми водами.

Следует отметить здесь чрезвычайно важное указание Гейера, знатока лёссовых моллюсков, исследовавшего четвертичную фауну моллюсков Швабии (1917, p. 50): решительно все «лёссовые» моллюски, не исключая и типичных (см. выше, данные Гейера), встречаются и в аллювиальных отложениях и между прочим в слоистых осадках, подстилающих лёсс. И, действительно, Армашевский (1903, стр. 225) в лёссах бассейнов Сейма и Удаи находил наземных: *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia tenuilabris* и водную *Planorbis planorbis* (*Pl. magrinatus*). Но те же самые виды встречаются им и в древних речных отложениях (стр. 248). Так, например, в сером смешанно-слоистом песке в с. Санковке на р. Ворсклице (правый приток Ворсклы) найдены в значительном количестве раковины пресноводных *Paraspira spirorbis* и *Stagnicola palustris* var. *fusca* вместе с наземными *Vallonia tenuilabris*, *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Columella edentula* (l. c., стр. 130)¹. В лёссах на плато Кулундинской степи по Оби встречаются раковины *Pupilla*, *Succinea*, *Vallonia*,

¹ Ср. также Н. А. Соколов, 1890, стр. 245—246; Даниловский, 1940а.

Zonitoides, Planorbis, а в подстилающих эти лёссы речных слоистых песках вместе с раковинами пресноводных моллюсков встречаются те же наземные формы, что и в лёссах (Православлев, 1933, стр. 22—23; определения В. А. Линдгольма; ср. также стр. 14—15 у Барнаула).

Эго же явствует и из данных, приводимых Мельник (1932, стр. 224). Обращаем внимание на то, что нередко лессовидные суглинки, залегающие под лёссом, заключают типичную «лёссовую» фауну наземных моллюсков, иногда же точно такие же суглинки—исключительно водных моллюсков. Так, в двух соседних обнажениях села Деренковец (среднее Поднепровье) Мельник (1932, стр. 208—209) описывает:

1. Почва	0,5 м
2. Типичный лёсс без фауны	2,0 м
3. Неясно слоистый лессовидный суглинок, в котором отдельными линзами встречаются скопления раковин <i>Pupilla muscorum</i> var. <i>edentula</i> , <i>Columella edentula columella</i> , <i>Succinea oblonga</i> и var. <i>elongata</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i> . Видимая мощность	2,5 м

А рядом:

1. Почва	0,4 м
2. Типичный лёсс с <i>Pupilla muscorum</i> var. <i>edentula</i> , <i>P. muscorum</i> var. <i>unidentata</i> (обе массы), <i>Succinea oblonga</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i> , <i>Helicella striata</i> , <i>Monacha rubiginosa</i> , <i>Jamnia tridens</i>	2,5 м
3. Лессовидный неясно слоистый суглинок, залегающий в виде линзы диаметром в 40 м с большим количеством <i>Stagnicola palustris</i> (массами), <i>Galba truncatula</i> , <i>Leptolimnaea glabra</i> , <i>Radix ovata</i> , <i>Paraspira spirorbis</i> , <i>Cyrtaulus laevis</i> . Видимая мощность	1,6 м

У Млеева (Мельник, стр. 208):

1. Почва	0,35 м
2. Лессовидный суглинок без фауны	0,60 м
3. Слоистый средизернистый песок с <i>Pupilla muscorum</i> , <i>Succinea oblonga</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i> , <i>Cochlicopa lubrica</i>	2,15 м

Как видим, слоистые суглинки, слоистые супеси, слоистые пески—все явно водного происхождения—нередко заключают исключительно наземных моллюсков, свойственных типичному лёссу; иногда залегающему над этими породами¹. Поэтому не удивительно, что и толща «типичного» лёсса, утерявшая в процессах более интенсивного выветривания слоистость, тоже может заключать одну наземную фауну моллюсков.

Заведомо водные отложения иногда бывают совершенно неслоисты и лишены фауны или заключают ту же фауну, что и лёссы. Так, Пименова (1933, стр. 53, 56, 58) описывает осадки озера у с. Сорокопень на южном склоне Словечанско-Овручского кряжа. В основании этих осадков лежит синий суглинок мощностью 4,5—8 м; он местами налегает на моренный суглинок, сверху иногда переходит в туфы, а еще выше в торфы; суглинок этот не слоист, богат карбонатами, по механическому составу близок к лёссу, в низших горизонтах совершенно лишен органических остатков, в верхних заключает остатки растений и скудные раковины наземных и водных моллюсков: *Succinea pfeifferi* (найдено 23 экз.), обломки *Stagnicola palustris* var. (19), *Pupilla muscorum* (16), *Pisidium tenuilineatum* (7), *Vertigo parcedentata* (6), *Pisidium casertanum* (5), *Vallonia tenuilabris* (3), *Vertigo angustior* (1). По мнению Пименовой, синий мергель образовался путем «постепенного засыпания озера лёссовой пылью»

¹ Ср. также Мельник, стр. 211, обнажения 20 и 21, стр. 214, обнажение 38, и многие другие.

в начале ресс-вюрмской межледниковой эпохи. Но с таким объяснением, по вышеизложенным причинам, согласиться нельзя. Как бы то ни было, замечательна в озерном отложении смесь водных и наземных форм.

Заключение о фауне моллюсков лёсса. Резюмируя все сказанное об остатках моллюсков в лёссах, мы представляем себе ландшафт времени отложения материнской породы лёсса следующим образом. Обширные, но мелкие доли, образованные тальми ледниковыми водами, несли мутную и холодную воду, в которой не могли жить моллюски. Но с судоходов в эти доли попадала масса пустых раковин наземных моллюсков. Судя по нахождению в лёссах Украины северных, ныне здесь вымерших форм моллюсков, климат был тогда холодный. Местами после спада вод образовывались небольшие водоемы, в которых, а также в старицах, поселялась водная фауна; сюда же попадали и пустые раковины. В одно из следующих половотий эти водоемы заносились осадками. Как и теперь в речной пойме, некоторые участки периодически не заливались полыми водами; здесь поселялась луговая и степная фауна, которая во время ближайшего сильного половодья погребалась под слоем нового аллювия.

КОРНЕНОЖКИ

Любопытные результаты дало исследование чимкентских лёссов, произведенное А. Бродским и Самсоновой (1933). В лёссах с левого берега р. Бадам, от поверхности до глубины в 18 м, обнаружены раковины следующих корненожек:

Arcella hemisphaerica. В самых верхних слоях. Обычная пресноводная форма; распространена в мелких водоемах по всему земному шару. Есть в озере Иссык-куль.

Cochlipodium ambiguum. Обычна в горизонте 0—10 см. Пресноводная форма.

Эти две пресноводные формы, приуроченные к самым поверхностным горизонтам, очевидно, принадлежат к современным. То обстоятельство, что в более глубоких горизонтах лёсса их нет, Бродский и Самсонова объясняют так: климатический режим того времени, когда отлагались более глубокие слои, был более засушливым.

Прочие виды корненожек, числом 10, относятся к морским формам. Все они попали в лёсс, очевидно, из более древних отложений. Так как раковины находятся в хорошей сохранности, не обточены и не заполнены породой, то Бродский и Самсонова предполагают (стр. 13), что чимкентский лёсс мог быть образован «на месте путем метаморфоза материнской породы». Мы этого не думаем, а полагаем, что раковинки морских корненожек попали в материнскую породу (аллювий) лёсса тем же путем, что и раковины наземных моллюсков, встречающиеся в европейском лёссе, с той только разницей, что фораминиферы вымыты из более древних отложений. Во всяком случае возможность их занесения ветром исключается, что признают и упомянутые авторы.

ФЛОРА

В лёссе к юго-востоку от Калгана (провинция Чжи-ли) найдены семена *Celtis barbouri* Chaney (1927, см. также Barbour, 1929, p. 68). Род *Celtis* и поные представлен в Чжи-ли.

Мы уже упоминали (стр. 259) об исследованиях Сукачева (1938) над ископаемой флорой лёссов. Полученные этим автором данные свидетельствуют в пользу водного происхождения материнских пород исследования лёссов и лессовидных суглинков. Изучение фауны лёссов Украины приводит к такому же заключению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из предыдущего видно, что в отношении остатков фауны и флоры между лёссами и лессовидными суглинками нет различий.

Состав остатков фауны и флоры в лёссовых породах легко объясняется, если принять, что материнские породы лёссов (а для украинских пород это преимущественно водно-ледниковые отложения) были в последующую сухую эпоху преобразованы в лёсс путем процессов выветривания и почвообразования.

ПРОСАДКИ В ЛЁССАХ

В засушливых и сухих областях лёссовые грунты, будучи обильно увлажнены водою, проседают. Это обстоятельство, представляющее интерес для геоморфолога, имеет большую практическую важность — особенно при сооружении оросительных каналов в засушливых местах. О просадках в лёссах существует богатая русская литература¹.

ОПИСАНИЕ ЯВЛЕНИЯ

В Средней Азии, при проведении новых каналов в лёссовых грунтах Ташкентского района, Голодной степи, Сурхан-дарьинского района, на Вахшском канале (Таджикистан) и в других местах, а также на северном Кавказе (Кабардинский канал) и в Закавказье, было обнаружено, что вскоре после пропуска воды по новым каналам дно каналов и прилегающие береговые участки оседают. При этом вдоль канала в лёссовом грунте возникает ряд вертикальных трещин, по которым лёсс последовательно распадается на параллельные каналу террасы, числом до 5—12 на каждом берегу. Оседание дна канала достигает 1,5—2 м и до 2,5 м. В обе стороны от канала Новый Джун (Ташкентский район) просадки распространялись на расстояние от 4 до 20 м и больше. По мере удаления в стороны от канала величина просадки уменьшается. Наиболее сильно грунт проседает в течение первых двух-трех месяцев после пуска воды по каналу, а затем проседание постепенно прекращается. Особенно подвержены просадкам мощные (в 20—25 м и более) толщи лёсса, сильно пористого (пористость 48—50% и более), с обилием крупных пустот, богатые солями, с очень глубоким (20—25 м и более) залеганием грунтовых вод. Вообще же, как правило, просадочными лёссами (по крайней мере в приташкентском районе) являются такие, у которых пористость сравнительно велика, имея величину 45—46% и выше (Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 75). В большинстве случаев просадочные лёссовые площади «до недавнего времени оставались целинными или были использованы лишь для богарного (неполивного) земледелия; на протяжении же последних лет, вследствие быстрого роста ирригационного строительства и расширения площади орошаемых земель они во многих районах явились объектом использования для поливного хозяйства, в связи с чем и стали наблюдаться многочисленные случаи деформации грунтов в виде просадок» (Воронов, 1938, стр. 30). Равным образом, нередко наблюдаются просадки на площадях, раньше подвергавшихся искусственному орошению, потом заброшенных, а ныне снова орошаемых.

¹ В книге Шейдига (Scheidig, 1934), специально посвященной строительству в лёссовых областях, очень мало говорится о просадках (Setzungen). См. об этом явление в следующих работах, где приведена дальнейшая литература: Саваренский, 1937, стр. 79—99; Воронов, 1938; Воронов и Дмитриев, 1940; см. также Абелев, 1935; Быстров, 1936; Андрухин, 1937. — Изучение просадок много способствовало познанию свойств лёсса.

Но участки, давно и усиленно орошаемые, а потому менее пористые (пористость 40—45%) не дают, при проведении новых каналов, просадок, ибо здесь «иригационная система и грунт пришли уже в состояние равновесия». Наиболее интенсивны просадки на повышенных участках, наименее — на пониженных.

С другой стороны, лёссы на аллювиальных террасах, лёссы мало-мощные, мощностью менее 5—6 м и подстилаемые песком или галечником, лёссы с высоким стоянием грунтовых вод (менее 6—8 м) просадок не дают (Воронов, 1938, стр. 56, 58).

Просадки в Средней Азии «приурочены преимущественно к слабо покатым предгорным равнинам, сложенным мощными толщами лёсса пролювиального или делювиально-пролювиального происхождения» (Воронов, 1938, стр. 54, 100).

Все эти явления вполне объяснимы с точки зрения всего изложенного в предыдущих главах. Мы уже говорили о том, что лёсс имеет пористое сложение, причем поры бывают разных размеров, начиная от микроскопических, кончая заметными простым глазом, не говоря уже о крупных пустотах (каковы, например, ходы грызунов), что он богат карбонатами, включает также другие соли (особенно сернокислые и хлористые) и что карбонаты частью образуют конкреции (журавчики), частью же рассеяны в массе породы, склеивая отдельные её зерна (данные Кёльбля)¹. Те приташкентские лёссы, в поглощающем комплексе которых много глинистого минерала — монмориллонита, жадно поглощающего воду и катионы, легко набухают; это приводит к закрытию пор в лёссе, и в результате такие лёссы непросадочны. Напротив, лёссы ташкентского района с господством в коллоидной фракции каолинита, менее набухающего, и обедненные коллоидными частицами, оказываются просадочными (Юсупова, 1941).

В сухом климате, например в Средней Азии, выпадает так мало осадков, что карбонаты и другие соли не выщелачиваются, кроме того пористая и вышеупомянутая «балочная» структуры остаются в неприкосновенности. Совсем иначе обстоит дело во влажных областях, а также в сухих при наличии искусственного орошения. Как известно, лёсс есть порода, в сухом состоянии обладающая большой связностью, чему пористость несколько не мешает, ибо она соответствует балочной системе в трубчатых костях млекопитающих, а также такой же системе в мостовых сооружениях. Но совсем иное получается при обильном увлажнении лёсса. Если кусок лёсса положить в воду, то он через несколько минут, сам собою, расплзается и превращается в рыхлый суглинистый осадок — от того, что разрушается вышеописанная структура.

Во влажных областях естественные просадки уже в свое время произошли, и грунты пришли в равновесие. Следом просадок являются между прочим блюдца (или западины — небольшие, округлые понижения), столь обыкновенные на лёссовых грунтах в степной зоне². В степях процесс образования блюдца, как правило, уже закончился³, но в пустынях

¹ Отметим здесь, что, по наблюдениям Быстрова (1936, № 3, стр. 71), в просадочных лёссовых породах кристаллы солей разбросаны среди частиц породы; иногда эти кристаллы спаяны грунтом по несколько штук вместе. В непросадочных же грунтах выделения гипса чаще всего встречаются внутри пор в виде скоплений мелких кристаллов.

² Ср. Решеткин в: Замарин и Решеткин, 1932, стр. 30.

³ В степной и лесостепной зонах новые западины в настоящее время, как правило, не образуются. Это ископаемые формы рельефа. Относительно воронежского лесостепья ср. Попов, 1914, стр. 31. Осокин (1940, стр. 28), на основании опытов

это явление можно, при известных условиях, наблюдать и теперь. Современное образование просадочных воронок и превращение их в блюдца на искусственно орошаемых полях приташкентского района описывает Воронов (1938, стр. 32). Блюдца весьма характерны для лёссовых ландшафтов. Они встречаются во всех местах, где климат после эпохи лессообразования испытал достаточное увлажнение. Так, они описаны на север вплоть до верхней Волги. Здесь, а также в лесостепе (см. Осокин, 1939) и в степях они представляют собой образование ископаемое: блюдца есть свидетели того времени, когда климат из сухого начал становиться влажным; они относятся к началу современной климатической эпохи, более влажной, чем предшествующая.

Причину просадочности Воронов (1938, стр. 100) видит в том, что «лёссовые грунты целинных массивов, обладающие высокой пористостью (до 50% и более), в результате постепенного проникновения в них больших количеств воды утрачивают присущую им в воздушно-сухом состоянии весьма значительную связность. Вследствие этого первоначальная структура их нарушается, и они под действием собственного веса и веса проникшей в них воды уплотняются, т. е. пористость их уменьшается (прежде всего за счет некапиллярных пустот)»¹.

ПРОСАДОЧНОСТЬ ЛЁССОВ И СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ ИХ

Некоторые авторы (Саваренский, 1937, стр. 82; Андрухин, 1937, стр. 12 и другие, см. ниже) высказывают предположение, что лёссы эолового происхождения более склонны к просадкам, или самоуплотнению, чем лёссы «субаквальные», «ибо эоловые отложения обладают значительно большей пористостью по сравнению с теми, которые отлагались на дне водных бассейнов». Мнение на счет большой просадочности эоловых лёссов трудно поддерживать. Во-первых, мы не знаем таких лёссов в областях развития просадок (северный Кавказ, приташкентский район, см. выше, стр. 284 и другие). Во-вторых, как указывает и Ф. П. Саваренский (1. с.), даже суглинки водного происхождения «могут изменить свои свойства при длительном субаэральном существовании». И действительно, как мы выяснили выше, свойства лёссовой породы, обуславливающие просадочность, получены ею в результате процессов выветривания и почвообразования в условиях сухого климата. Из какой бы породы ни образовался лёсс, он все равно будет порист и богат карбонатами. Поэтому условия образования материнской породы лёсса не имеют значения для выяснения вопроса, просадочна ли данная разновидность лёсса или нет; как просадочными, так и непросадочными могут быть лёссы, материнские породы которых аллювиального, делювиального, пролювиального и тому подобного происхождения. Полевые наблюдения над просадочностью приташкентских лёссов (Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 71) вполне подтверждают вышесказанное. Уже по одному этому явно несостоятельно мнение Н. Я. Денисова (1940), будто просадочность лессовидных суглинков восточного Предкавказья свидетельствует в пользу их ветрового происхождения.

Денисов утверждает, что восточно-предкавказские лессовидные породы не водного происхождения. В этом он прав, ибо мы знаем, что они получили свой облик в результате субаэральных процессов—выветри-

с воронежскими лессовидными суглинками, приходит к выводу, что в современную эпоху просадочные явления в этих породах столь незначительны, что им нельзя приписать существенного значения в происхождении западин.

¹ См. также Воронов и Дмитриев, 1940, стр. 45—68.

вания и почвообразования. Но материнские породы этих суглинков, конечно, отложились из воды.

«Адсорбция молекул воды в высохших отложениях водного типа неминуемо сопровождается набуханием, чего однако,—говорит Денисов,—не происходит в просадочных лессовидных суглинках». Как известно (см. Андрухин, 1937, стр. 85, ср. также Юсупова, 1941), лёссы, особенно непросадочные, подвержены набуханию, хотя и в малой степени. Вообще набухание проявляется в породах с большим содержанием коллоидных частиц, а таковых в лёссах мало: в приташкентских лёссах частиц менее 0,001 мм диаметром всего от 0,6 до 11,9%, в среднем 4,1—7,6% (Андрухин, стр. 72—74); к тому же коллоидная часть у лёссовых пород находится в свернутом состоянии. Этим объясняется слабая способность лёссов к набуханию. И к вопросу о происхождении материнских пород лёссов малая набухаемость их или полное отсутствие набухаемости не имеет отношения.

Денисов ставит в связь просадочность лёссов восточного Предкавказья с предполагаемым их ветровым происхождением. По этому поводу сошлемся на мнение Быстрова (1936, № 3, стр. 57): «Во всех случаях, при которых нам приходилось наблюдать просадочные лёссы (Малая Кабарда, Моздокские степи, Прикумские степи, Чечня, Алханчуртская долина, бассейны Чирчика, Ангрена и Келеса), можно было с уверенностью утверждать, что лёссы эти ни в коем случае не являются эоловыми образованиями. В них мы обычно встречаем прослой песка, мелкую гальку, а в среднеазиатских даже прослой неокатанного хряща и крупную гальку».

По наблюдениям Быстрова (стр. 57, 61), встречаются лёссы, находившиеся долго под водой, именно покрытые тонким слоем глинистого аллювия, например, на верхней террасе р. Купра в Малой Кабарде или в долине Келеса в приташкентском районе; и все же эти лёссы оказываются сильно просадочными. Таким образом, сильное увлажнение, вопреки мнению Денисова (стр. 527), вовсе не влечет за собой обязательного исчезновения просадочности навсегда¹. Это свойство может приобретаться породой вторично, а вовсе не связано с условиями ветрового накопления лёсса.

Исходя из своих теоретических построений о происхождении просадок, Н. Я. Денисов (1944, стр. 17) отрицает возможность приобретения аллювиальными отложениями лессовидного облика. Но так как «облессование» аллювия есть факт, установленный десятками исследователей, есть явление, которое очень легко можно наблюдать в природе и которое очень подробно описано в настоящей книге, то отсюда можно вывести только одно заключение—исходные предположения Н. Я. Денисова в отношении просадок явно неправильны. Они никоим образом не могут служить к подкреплению ветровой гипотезы и к опровержению моих взглядов.

Помимо этого логический ход рассуждений Н. Я. Денисова совершенно несостоятелен. Как известно из данных Гедройца, в карбонатных грунтах, выветривающихся в засушливом климате, происходит укрупнение частиц мелкозема. Отсюда—пористость лёссовых пород. Я уже имел случай сослаться на опыт А. Н. Соколовского (1943, стр. 10). Если кусок красно-бурой валунной глины подвергнуть обработке известковой водью, то глина приобретает лессовидный облик: она не только делается желтой, но и приобретает пористость.

¹ Таково же мнение Воронова и Дмитриева (1940, стр. 77). Обычно, говорят они, просадочными бывают лёссы, которые ни в прошлом, ни в настоящем не подвергались затоплению. Не встречаются просадочные лёссы на участках, покрывавшихся в прошлом на длительное время водой, но при ином более высоком положении базиса эрозии и уровня грунтовых вод, «и прошедшие после того длительную стадию субаэрального существования в условиях сухого степного климата».

Ссылаясь на мое утверждение, что аллювиальное отложение под влиянием карбонатов приобретает (в сухом климате) лёссовидный облик, Н. Я. Денисов (1944, стр. 17) возражает: «Рассуждая подобным образом, можно прийти к выводу, что одна и та же операция (обработка раствором электролитов), сделанная по отношению к одной и той же породе после ее отложения, может привести к диаметрально противоположным следствиям: сначала эта обработка придаст породе склонность к просадкам, а затем вызывает эти просадки».

Но здесь налицо совсем не «одна и та же операция», а две совершенно различных операции: приобретение породой пористости, т. е. склонность к просадкам, происходит при все уменьшающейся влажности, ибо облесование совершается в засушливом климате. А явление просадки наблюдается тогда, когда пористая порода, существующая в сухом климате, в один прием подвергается действию избыточных масс воды. Ясно, что тут две совершенно различных «операции».

По мнению Дурденевской (1940, стр. 28), «просадочный лёсс со дня своего отложения ни разу не промокал так сильно, чтобы все поры его были заполнены водой (если бы это случилось, он бы просел). Следовательно, водой он не мог быть отложен; остается признать, что он был отложен ветром». Дурденевской, очевидно, осталось неизвестным, что аллювий это не лёсс. Для того, чтобы стать лёссом, аллювий должен подвергнуться процессам выветривания и почвообразования в сухом климате. При этом превращении лёсс может приобрести свойства просадочности. Мало того, как мы только что видели, известны случаи, когда лёсс, в достаточной степени подвергавшийся действию воды и ставший просадочным, в дальнейшем снова становился просадочным. С. В. Быстров сообщил мне, что осадки из древних (возрастом в несколько сот лет) ирригационных каналов по Вахшу, проведенных в лёссах, снова приобрели просадочность. Таким образом, в рассуждении Дурденевской все неверно — и положение, и выводы.

Итак, просадочность лёссов не стоит ни в каком отношении к способу происхождения материнской породы данного лёсса и несколько не свидетельствует в пользу ветрового происхождения лёсса. Просадочность есть результат пористости и своеобразного расположения солевого «скелета» лёсса, а также минералогического состава. Эти же свойства лёсс приобретает в результате процессов выветривания и почвообразования в сухом климате независимо от того, как отложилась материнская порода лёсса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лёсс и лёссовидные породы имеют одно и то же происхождение: они образуются из разнообразных мелкоземистых, но обязательно богатых карбонатами пород, *in situ* (на месте) в результате выветривания и почвообразования в условиях сухого климата. Некоторые породы однородного механического состава преимущественно способны давать начало лёссам и лёссовидным породам, например, некоторые аллювиальные и флювиогляциальные отложения (также делювий). Это делает понятной весьма нередкую связь лёссовых и ледниковых областей.

Следует отличать способы и время отложения материнской породы лёсса (и лёссовидных суглинков) от способа и времени превращения этой породы в лёсс (и лёссовидные суглинки). Материнские породы европейского лёсса отлагались преимущественно в ледниковое время, когда реки несли большое количество мутных вод, заливавших современные водораздельные пространства (междуречные плато). Превращение этих пород в лёсс происходило в сухие межледниковые эпохи и в сухую послеледниковую эпоху.

Доказано, что лёссовидный облик имеют породы заведомо аллювиального происхождения.

Доказано, что богатые карбонатами глинистые породы при выветривании в сухом климате делают более крупнозернистыми и приобретают механический состав, близкий к лёссовому.

Лёссовый облик имеют породы самого разнообразного механического и химического состава: пески, супеси, суглинки, валунные суглинки, затем породы слоистые и неслоистые. Существует полный переход от типичного лёсса к самым разнообразным лёссовидным породам. Этим лёссовидным породам, как правило, не приписывают ветрового происхождения. Поэтому нет никакого основания считать лёсс за ветровой осадок.

Лёссовидные суглинки северной и средней частей европейской территории Союза, также Сибири, которым большинство исследователей приписывает водное происхождение, есть зональные аналоги лёсса. Как лёсс, так и упомянутые лёссовидные суглинки должны иметь одинаковое происхождение.

Ничтожное содержание гумуса в лёссах опровергает предположение относительно образования лёсса в степях путем засыпания пылью густой степной растительности.

Ветровая (эоловая) гипотеза не основана на фактах, наблюдаемых в современную эпоху. Пыль, которую описывают для Средней Азии, есть искусственный продукт — обычно результат развевания лёссов же или разбитых песков. Образование лёсса ветровым путем для современной эпохи никем не доказано, а для предыдущих эпох — неверно.

Наряду с латеритом, каолином, *terra rossa*, средиземноморскими красноземами и тому подобными продуктами выветривания и лёсс есть главным образом ископаемая почва, т. е. образовавшаяся при иной географической обстановке чем современная. Мы говорим — главным образом, ибо в сухих странах из подходящего материала и теперь образуются лёссовидные породы; но только в современную эпоху подходящих материалов не много.

Литература¹

Абелев Ю. М., инж. Строительные свойства лёссовидных грунтов. Труды Всесоюз. научн.-исслед. инст. в производстве по основаниям и фундаментам инженерных сооружений (ВИОС), сборник 5, Л., 1935, стр. 20—42.

Абутьков Л. В. Краткий предварительный отчет о почвенных исследованиях Смоленского и Краснинского уездов. Прил. к докл. Смол. губ. зем. упр. XLVII губ. собр. Смоленск, 1911.

Абутьков Л. В. Предварительный отчет о почвенных исследованиях в Ельнинском и Рославльском уездах. Смоленск, 1913, 24 стр. Изд. Смол. губ. зем.

(Абутьков Л. В. и Костюкевич А. В.). Почвы Смоленского и Краснинского уездов Смоленской губернии. Смоленск, 1921. Изд. Смол. губ. стат. бюро, 236 стр., с 6-верст. почв. картой (о лёссовид. суглинк. стр. 50—60).

Агафонов В. К. Ледниковые отложения Полтавской губ. Материалы к оценке земель Полтав. губ. под ред. В. В. Докучаева, вып. XVI, СПб., 1894, стр. 109—195.

Agafonoff V. et Malychieff V. Le loess et les autres limons du plateau de Villejuif. Bull. Soc. géol. de France, (4), XXIX, 1929, p. 109—145, 4 pls.

Александров В. От Дойруна до долины Дивана. Труды Геолого-развед. объедин., вып. 170, 1932, 46 стр., карта.

Andersson J. G. Essays on the Cenozoic of Northern China. Geological Survey of China, Memoirs, series A, No. 3, Peking, 1923, 152 pp. (о лёссе: p. 124—129; On the occurrence of fossil remains of Struthionidae in China, p. 53—77).

Андрухин Ф. Л. Свойства лёссовых грунтов приташкентского района и методы их изучения. Труды Среднеаз. геолог. треста, вып. 2, Ташкент, 1937, 132 стр.

¹ Сокращение: Предв. отчет Черн. губ. — Предварительный отчет о работах по изучению естественно-исторических условий Черниговской губернии. 2 выпуска. Москва, 1913 и 1914. Изд. Черниг. губ. земства.

- Antevs E. The last glaciation. N. Y. 1928. Русс. перевод (плохой): Э. Антевс. Последнее оледенение. Баку, 1935, 144 стр., изд. Азерб. нефт. геолого-развед. треста.
- Антипов-Каратаев И. Н. О новейших работах по исследованию почвенных коллоидов за границей. «Почвоведение», 1940, № 7, стр. 83—94.
- Антипов-Каратаев И. Н. Обменные катионы и минеральное питание растений (по современным данным). «Почвоведение», 1941, № 1, стр. 77—88.
- Ануфриев Г. И. Очерк строения и истории развития Толполовского болота. Изв. Сапропел. ком., II, 1925.
- Анучин Д. Н. Диспут Тутковского. «Землеведение», 1911, № 1—2.
- Армашевский П. Я. Об орографическом строении Черниговской губернии в связи с распространением в ней лёсса. Зап. Киев. общ. естествоисп., VI (2), вып. 3, 1881, стр. 83—84 (протокол заседания 16 мая 1881 года).
- Армашевский П. Я. Геологический очерк Черниговской губ. Зап. Киев. общ. ест., VII, 1883, вып. 1, стр. 87—223.
- Армашевский П. Я. Общая геологическая карта России. Лист 46-й. Полтава—Харьков—Обоянь. Труды Геолог. ком., XV, 1903, № 1 (о лёссе стр. 222—246).
- Архангельский А. Д. К вопросу об истории послетретичного времени в низовом Поволжье. Труды Почвенного комитета, Москва, I, вып. 1, 1912, стр. 3—22.
- Архангельский А. Д. Заметка о послетретичных отложениях восточной части Черниговской и западной части Курской губерний. Труды Почвенного комитета, II, вып. 2, Москва, 1913, стр. 1—43.
- Архангельский А. Д. Геологический очерк Пензенской губернии. М., 1916, 234 стр., изд. Пензенск. губ. земства.
- Архангельский А. Д. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 94-й. Труды Геолог. ком., вып. 155, 1928, 140 стр., карта.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР. Западная часть. Вып. 2, М., 1934, 427 стр.
- Афанасьев Я. Н. Предв. краткий отчет о почвенных исследованиях в Новгород-Северском уезде летом 1913 года. Предв. отчет Черн. губ. 1913; М., 1914, стр. 121—144.
- Афанасьев Я. Н. Этюды о покровных породах Белоруссии. Записки Гор. с.-х. инст., II, Горки, 1924, стр. 140—154.
- Бараков П. Ф. Эоловые наносы и почвы на развалинах Ольвии. «Почвоведение», 1913, № 4, стр. 105—127.
- Barbour G. B. The loess of China. Annual Rep. Smithsonian. Inst. for 1926, Washington, 1927, p. 279—296.
- Barbour G. B. The geology of the Kalgan area. Memoirs of the Geological survey of China, series A, № 6, Peking, 1929, XI+148 pp. (о лёссе: p. 64—78, 148d—148f).
- Barbour G. B. The loess problem of China. Geol. Magazine, LXVII, 1930, p. 458—475.
- Barbour G. B. Recent observations on the loess of North China. Geogr. Journ., vol. 86, 1935, p. 54—64.
- Bate Dorothea. Remains of carinate birds from China and Mongolia. Palaeontologia sinica, series C, vol. VI, fasc. 4, Peiping, 1931, p. 41—47.
- Батурин В. П. О слоности и законах седиментации кластических осадков. Докл. Академии наук СССР, XXXI, № 8, 1941, стр. 137—140.
- Белоусов А. К. Бокситы и диаспор-шамозитовые руды западного склона Южного Урала. Труды Всес. научно-исслед. инст. минер. сырья, вып. 112, 1937, стр. 70—104.
- Bensley B. A. An egg of *Struthiolithus chersonensis*. Univ. of Toronto Studies, biol. series, № 19, 1921, 7 pp.
- Берг Л. С. Об изменении климата в историческую эпоху. «Землеведение», 1911, № 3, стр. 23—120.
- Берг Л. С. Краткий предварительный отчет о физико-географических наблюдениях в Суражском, Мглинском, Стародубском и Глуховском уездах Черниговской губ. в 1912 году. Предв. отчет Черн. губ. 1912, М., 1913, стр. 13—25.
- Берг Л. С. То же в Новозыбковском, Новгород-Северском, Кролевецком и Конотопском уездах Черниговской губ. в 1913 году. Предв. отчет Черн. губ. 1913, М., 1914, стр. 1—9.
- Берг Л. С. К вопросу о смещениях климатических зон в послеледниковое время. «Почвоведение», 1913, № 4 (вышло в свет в 1914), стр. 1—26.
- Берг Л. С. Дополнения к: И. В. Мушкетов. Туркестан, 1915, I, 2-е изд., стр. 321—325.
- Берг Л. С. О происхождении лёсса. Изв. Русс. Геогр. общ., т. 52, 1916, стр. 579—646 (то же в книге: Климат и жизнь. М., 1922, стр. 69—110).

- Берг Л. С. Климат и жизнь, М., 1922, 196 стр.
- Берг Л. С. О почвенной теории образования лёсса. Изв. Геогр. инст., VI, 1926, стр. 1—20.
- Берг Л. С. Проблема лёсса. I. «Природа», 1927, стр. 445—464. II. «Природа», 1929, стр. 317—346.
- Берг Л. С. Происхождение атмосферной пыли в Средней Азии. «Природа», 1929, № 1, стр. 75.
- Berg L. S. The origin of loess. Gerlands Beiträge z. Geophysik, vol. 35, 1932, p. 130—150.
- Берг Л. С. Лёсс как продукт выветривания и почвообразования. Труды II Международ. конфер. Ассоц. по изуч. четверт. периода Европы, I, 1932, стр. 68—73.
- Берг Л. С. Физико-географические (ландшафтные) зоны СССР. Ч. 1, изд. 2-е, Л., 1936, 427 стр. (о лёссе стр. 318—329).
- Берг Л. С. Основы климатологии. 1-е изд. Л., 1927, 2-е изд. Л., 1938, 455 стр.
- Берг Л. С. Почвы и водные осадочные породы (классификация осадочных пород). «Почвоведение», 1945, № 9, стр. 457—479.
- Berkey Ch. P. and Morris F. K. Geology of Mongolia. A reconnaissance report based on the investigations of the years 1922—1923. «Natural History of Central Asia», vol. II, New York, 1927, XXXI+475 pp.
- Беседин П. Н. и Сучков С. П. Почвенный покров Аккавакской центральной агротехнической станции СоюзНИХИ. Сборник научных статей комсомольцев Всесоюзного научно-исследовательского хлопкового инст. Ташкент, 1939, С.-х. изд., стр. 199—227.
- Біленко Д. К. Четвертинні поклади західної частини Донецької області. Четвертинний період, вып. 8, Киев, 1935, стр. 29—59.
- Биленко Д. К. К вопросу об отношении морены Днепровского ледникового языка к моренам Верхнего Днепра. Четвертинный период, вып. 12, Киев, 1937, стр. 49—71.
- Благовещенский Э. Н. Петрографические и геоморфологические районы восточных Каракумов. Изв. Геогр. общ., 1940, № 2, стр. 211—224.
- Благовидов Н. Л. Четвертичные отложения, климат и почвы бассейна реки Тунг. Труды Сов. по изуч. природн. ресурс., сер. якут., вып. 18, изд. Академии наук, 1935, 128 стр.
- Богданович К. И. Геологические исследования в Восточном Туркестане. Труды Тибетской экспедиции 1889—1890 гг. под начальством М. В. Певцова. Часть II, СПб., 1892, VIII+168 стр., Изд. Геогр. общ.
- Богданович К. И. Геологические исследования вдоль Сибирской железной дороги в 1893 году. Средне-сибирская горная партия. Горн. журн., 1894, т. III, стр. 337—382 (о лёссовидных суглинках стр. 338—348).
- Богданович К. И. К вопросу о лёссе. По поводу статьи Л. С. Берга «О происхождении лёсса». Изв. Геогр. общ., LIII, 1917, стр. 202—213.
- Боголюбов Н. Н. Материалы по геологии Калужской губернии. Калуга, 1904, 354+XII стр., Изд. Калужск. губ. зем.
- Богословский Н. А. О некоторых явлениях выветривания в области русской равнины. Изв. Геолог. ком., XVIII, 1899, стр. 235—268.
- Бондарчук В. Г. До характеристики копальных м'якунів в четвертинних покладах України. Четвертинний період, вып. 5, Киев, 1933, стр. 15—47 (то же в сокращенном виде по-немецки: Die Fauna der quartären Ablagerungen der Ukr. S. S. R.; в том же издании: Die Quartärperiode, вып. 4, Киев, 1932, p. 49—59).
- Бондарчук В. Г. Четвертинная фауна з терас пониззя р. Псла. Четвертинний період, вып. 6, Киев, 1933а, стр. 99—111.
- Бондарчук В. Г. Четвертинні поклади північної частини УССР. Четвертинний період, вып. 9, Киев, 1935, стр. 3—35.
- Бондарчук В. Г. Об ископаемых моллюсках из четвертичных отложений УССР. Труды Сов. секции междунар. ассоц. по изуч. четвертичного периода (INQUA), I, Л., 1937, стр. 120—139.
- Бондарчук В. Г. О стратификации и стратиграфии лёссового покрова УССР. Проблемы сов. геологии, VIII, № 1, 1938, стр. 41—48.
- Бондарчук В. Г. О лёссе южной части Русской равнины. «Сов. геология», 1939, № 8, стр. 43—52.
- Борисяк А. А. Геологический очерк Изюмского уезда. Труды Геолог. ком., вып. 3, 1905, VII+344 стр.
- Brandt A. Ueber ein grosses fossiles Vogelei aus der Umgegend von Cherson. Mélanges biol. (Bull. Acad. sci. Pétersbourg), VIII, 1872, p. 730—735.
- Браунер А. О млекопитающих, найденных в лёссах Южной России. Материалы по исследованию почв и грунтов Херсонской губ. Вып. 6, Одесса, 1915, стр. 41—48. Изд. Херсон. губ. зем.

- Бродский А. Л. и Самсонова М. Ф. К вопросу о генезисе лёсса в Чимкентском уезде (применение микробиологического и микропалеонтологического анализа при изучении лёсса). Труды Среднеаз. гос. ун-ва, серия XIIa, география, вып. 14, Ташкент, 1933, 15 стр.
- Brockmeier H. Lössbildung und Lössschnecken. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell., vol. 83, 1931, p. 584—594.
- Бурчак-Абрамович М. До нахождения мамута (*Elephas primigenius* Blum.) в с. Тишчинцах (Фастівського району) на Київщині. Четвертинний період, вып. 8, Киев, 1935, стр. 133—139.
- Быстров С. В. Явления просадок при увлажнении лёссовых пород, распространение просадочных грунтов и свойства их. «Ирригация и гидротехника», Ташкент, 1936, № 3, стр. 55—76; № 4, стр. 75—99.
- Бычихин А. О влиянии ветров на почву. Труды Вольно-эконом. общ., 1892, II, стр. 312—390.
- Вавилова З. К. Гидрогеологические наблюдения в районе Бозсульской гидростанции Ташкента. Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 15, Ташкент, 1933—1935, стр. 101—106.
- Wahnschaffe F. Die lössartigen Bildungen am Rande des norddeutschen Flachlandes. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell., XXXVIII, 1886, p. 353—369.
- Wahnschaffe F. Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Stuttgart, 1909 (о лёссе: р. 233—238).
- Walther J. Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. Berlin, 1900; 2-е изд. 1912.
- Васильковский Н. П. и Толстухин Н. И. Четвертичные отложения. В: Гидрогеологический очерк Чирчик—Ангрен—Келесского бассейна. Труды Среднеаз. геолог. треста, вып. 4, Ташкент, 1937, стр. 24—45.
- Вебер В. Н. Геологическая карта Средней Азии. Лист VII—6 (Исфара), северная половина. Труды Всесоюз. геолого-развед. объедин., вып. 194, 1934, 249 стр.
- Werke L. Ueber die Entstehung der lothringischen Lehme und des mittelrheinischen Lösses. Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. A, № 5, 1924, 46 pp.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии. 2-е изд., Л., 1934, 382 стр.
- Вернадский В. И. Биогеохимическая роль алюминия и кремния в почвах. Доклады Академии наук СССР, XXI, № 3, 1938, стр. 127—134.
- Вильямс В. Р. Каракумские почвы. «Экспедиция в Каракумскую степь», М., 1910, изд. Моск. бирж. ком., стр. 203—210.
- Willis, Bailey. Research in China. Carnegie Institution of Washington Public. No. 54, 1907, 4^o (о лёссе: р. 183—196, 242—256).
- Вислоух И. К. Лёсс. Его значение и происхождение. Изв. Русс. Геогр. общ., 1915, стр. 49—77.
- Воейков А. Д. Климатические условия садоводства в Маньчжурии. Вестник Маньчжурии, Харбин, 1927, № 2.
- Вознесенский А. В. По поводу пыльной бури 26—27 апреля 1928 года. Труды по сел.-хоз. метеор., XXI, 1930, стр. 281—291.
- Woldstedt P. Das Eiszeitalter. Stuttgart, 1929, XV+406 pp. (о лёссе: р. 111—124).
- Woldstedt P. Einige Probleme des osteuropäischen Quartärs. Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst., vol. 54, 1933, p. 371—387 (цит. по реферату в Трудах Сов. секц. межд. ассоц. по изуч. четверт. пер., I, 1937, стр. 347—351).
- Волосович К. А. и Павлова М. В. Описание коллекции ископаемых млекопитающих, собранных Русской полярной экспедицией в 1900—1903 годах. Зап. Академии наук по физ.-мат. отд. (8), XXI, № 1, 1906, стр. 36—37.
- Воробьев С. О. Черные бури на Украине. Труды по сел.-хоз. метеор., XXI, 1930, стр. 268—277.
- Воронов Ф. И. Просадки в лёссах Средней Азии. Ташкент, 1938, 104 стр., изд. Ком. наук Узбекск. ССР (много данных о приташкентских лёссах).
- Воронов Ф. И. и Дмитриев В. Л. Просадочные явления в лёссах приташкентского района (по правобережью Чирчика). Ташкент, 1940, 89 стр., изд. Узбекист. фил. Академии наук.
- Высоцкий Г. Н. О лесокультурных условиях района Самарского уездного округа. СПб., 1908, 462 стр.
- Высоцкий Г. Н. Очерк третичных и послетретичных отложений Западной Сибири. Геолог. исслед. по линии Сибирск. ж. д., V, 1896.
- Гаель А. О роли растений в почвообразовании в пустыне Каракум, о песчаных почвах и их плодородии. Изв. Геогр. общ., 1939, вып. 8, стр. 1105—1128.

- Ganssen (Gans) R. Die klimatischen Bodenbildungen der Tonerdesilikatgesteine. Mitteil. aus den Laboratorien der preuss. Geol. Landesanstalt, Heft 4, Berlin, 1922, p. 3—34.
- Ganssen (Gans) R. Die Entstehung und Herkunft des Lösses. Ibidem, p. 37—46.
- Гвоздецкий В. М. До питання про вік і розвиток ґрунтів Доно-Воронької низини в зв'язку з її геоморфогенезом. Четвертинний період, вып. 12, 1937, стр. 77—93.
- Högbom Ivar. Ancient inland dunes of northern and middle Europe. Geogr. Annaler, V, 1923, p. 113—243.
- Гедройц К. К. Коллоидальная химия в вопросах почвоведения. Журн. опытно. агроном., XIII, 1912, 363 стр.
- Гедройц К. К. Химический анализ почв. П., 1923, 258 стр.
- Гедройц К. К. Почвы, не насыщенные основаниями. Журн. опытно. агроном., XXII, (1921—1923) 1924, стр. 3—27.
- Гедройц К. К. Ультрамеханический состав почвы. Там же, 1924, стр. 29—54.
- Гедройц К. К. Почвенный поглощающий комплекс. Носовская сел.-хоз. опытная станция, № 38, Л., 1925.
- Гедройц К. К. К вопросу о почвенной структуре. Изв. Гос. инст. опытно. агроном., IV, 1926, стр. 117—127.
- Гедройц К. К. Учение о поглощательной способности почв. Изд. 4-е, М., 1933, 207 стр.
- Гедройц К. К. Почвенный поглощающий комплекс, растение и удобрение. М., 1935, 343 стр. Сельскохозяйств. изд-во.
- Heuwood H. Frequency of dust storms in the Egyptian desert. Nature, September 5, 1942, vol. 150, p. 293.
- Geyer D. Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Stuttgart, 1927, XI+224 pp., XXXIII t.b.
- Geyer D. Die Mollusken des schwäbischen Lösses in Vergangenheit und Gegenwart. Jahreshfte Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, vol. 73, 1917, p. 23—92. (То же в сокращенном виде: Ueber die Lössmollusken Schwabens. Nachrichtenblatt d. deutsch. malakozool. Gesell., vol. 50, 1918, p. 49—60).
- Геккер Р. Ф. Положения и инструкция для исследований по палеоэкологии. Л., 1933, 40 стр., изд. Сев.-зап. геолого-развед. треста.
- Геммерлинг В. В. (Погребенные почвы Глуховского уезда). Журн. засед. Почвен. комит. Моск. общ. с. х., II (1912), 1913, стр. 46—47.
- Герасимов И. П. О генезисе и возрасте сыровых отложений Н. Заволжья. Труды Ком. по изуч. четверт. пер., IV, вып. 2, М., 1935, стр. 273—285.
- Герасимов И. П. Проблема генезиса и возраста лёссовых отложений в палеогеографическом освещении. Изв. Геогр. общ., т. 71, вып. 4, 1939, стр. 497—502.
- Герасимов И. П. К вопросу о генезисе лёссов и лёссовидных отложений. Изв. Академии наук, сер. геогр. и геофиз., 1939, № 1, стр. 97—106.
- Герасимов И. П. и Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. Труды Инст. геогр., XXXIII, 1939, 442 стр. (стр. 234—307: «лёсы и лёссовидные отложения СССР», И. П. Герасимова).
- Герасимов И. П. и Марков К. К. Четвертичная геология. М., 1939a, 363 стр.
- Герасимов И. П. и Марков К. К. Развитие ландшафтов СССР в ледниковый период. «Материалы по истории флоры и растительности СССР», I, Л., 1941, стр. 7—27, изд. Академии наук СССР.
- Герасимов И. П. и Шукевич М. М. Петрографический состав некоторых типов почвообразующих наносов СССР. «Проблемы советского почвоведения», сборн. 8, 1938, Почв. инст. им. Докучаева, стр. 107—126.
- Hilber V. Recente und im Löss gefundene Landschnecken aus China. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl., LXXXVI, I Abth., 1882, p. 313—352; там же, LXXXVIII, p. 1349—1392 (То же в Wiss. Ergebn. der Reise B. Széchenyi in Ostasien 1877—80, vol. II, Wien, 1898, p. 583—626, 4 pls.).
- Гинзбург И. И. Образование марганцовых песчаников в северных широтах СССР. «Академику Вернадскому». М., 1936, изд. Академии наук СССР, стр. 251—266.
- Глинка К. Д. Послетретичные образования и почвы Псковской, Новгородской и Смоленской губ. Ежегод. геолог. и мин. Росс., V, 1901, стр. 65—79.
- Глинка К. Д. Сычевский уезд. Материалы для оценки земель Смоленск. губ. Том II, вып. 1, Смоленск, 1904, изд. Смолен. губ. зем.
- Глинка К. Д. Почвоведение, 2-е изд., 1915; 3-е изд., 1927; 4-е изд. 1931.

- Глинка К. Д. Геология и почвы Воронежской губернии. Материалы по ест.-ист. исслед. Ворон. губ. Воронеж, 1921, изд. Упр. по опыт. делу, 60 стр.
- Глинка К. Д. Почвы России и прилегающих стран. 1923. Пгр., 1923, Гос. изд., 348 стр.
- Глинка К. Д. и Сондаг А. А. Духовщинский уезд. Материалы для оценки земель Смоленской губ. Том V, вып. 1, Смоленск, 1912, с картой, изд. Смол. губ. зем.
- Hobbs W. H. Loess, pebble bands, and boulders from glacial outwash of the Greenland continental glacier. Journ. Geology, XXXIX, No. 4, 1931, p. 381—385, 3 figs.
- Горбунов Б. В. Главнейшие химические и физические свойства сероземов богарной зоны Узбекистана. Труды Узбекск. фил. Академии наук СССР, почвоведение, вып. 5, Ташкент, 1942, 88 стр.
- Гордягин А. Материалы для познания почв и растительности Западной Сибири. Труды Казан. общ. ест., XXXIV, 1900.
- Горностаев Н. Н. Четвертичные отложения у северных подножий Джунгарского Алатау. Изв. Зап.-сиб. отделения Геолог. ком., IX, вып. 1, Томск, 1929, стр. 1—83, карта.
- Городков Б. Н. Растительность Арктики и горных тундр СССР. «Растительность СССР». Т. I, 1938, стр. 297—354.
- Городков Б. Н. Есть ли родство между растительностью степей и тундр? «Советская ботаника», 1939, № 6—7, стр. 41—65.
- Горшенин К. П. Почвы черноземной полосы Западной Сибири. Зап. Зап.-сиб. отд. Геогр. общ., XXXIX, 1927.
- Grabau A. W. Principles of stratigraphy. New York, Seiler, 1913, XXXII+1185 pp.
- Граман Р. О происхождения и образовании лёсса в средней Европе. Бюлл. Информ. бюро ассоц. для изуч. четверт. отложений Европы, № 3—4, Л., 1932, стр. 5—22.
- Grahmann R. Der Löss in Europa. Mitteil. Gesell. f. Erdkunde Leipzig (1930—1931), vol. 51, 1932a, p. 5—24.
- Granel M. La civilisation chinoise. Paris, 1929, XXI+523 pp. (серия: L'évolution de l'humanité).
- Hsieh C. Y. Note on the geomorphology of the North Shensi basin. Bull. Geol. Soc. China, XII, No. 2, Peiping, 1933, p. 181—197.
- Гурвич И. Я. Лесная проблема Китая. Изв. Геогр. общ., 1940, № 1, стр. 15—25.
- Гуров А. В. Геологическое описание Полтавской губ. Харьков, 1888, VII+1010 стр., с картой (о лёссе: стр. 841—882).
- Даниловский И. В. Материалы к изучению фауны четвертичных моллюсков из II террасы р. Оки. Труды Всесоюз. геолого-развед. объедин., вып. 225, 1932, стр. 4—19.
- Даниловский И. В. Руководящие четвертичные моллюски западной полосы европейской части СССР. Советская геология, 1940, № 5—6, стр. 103—111.
- Даниловский И. В. Материалы к изучению ископаемых наземных и пресноводных моллюсков Западной Сибири. Изв. Геогр. общ., 1940 а, № 6, стр. 751—763.
- Даньшин Б. М. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 45. Восточная половина. Брянск—Орел—Курск—Рыльск. Труды Моск. геол. треста, вып. 12, 1936, 178 стр.
- De Ward R. and Brooks Ch. The climates of North America. I. Handb. d. Klimat., II, Teil I, Berlin, 1936, 327 pp.
- Денисов Н. Я. О генезисе просадочных лессовидных суглинков. Доклады Академии наук, XXVIII, № 6, 1940, стр. 526—527.
- Денисов Н. Я. О некоторых теоретических положениях и экспериментальных доказательствах почвенной гипотезы лессообразования. Изд. Академии наук СССР, сер. геолог., 1944, № 2, стр. 15—21.
- Димо Н. А. В области полупустыни. Саратов, 1907. Изд. Саратов. губ. зем.
- Димо Н. А. Отчет по почвенным исследованиям в Голодной степи Самаркандск. обл. СПб., 1910, изд. земельн. улучш.
- Димо Н. А. Из бассейна Аму-дарьи. «Русский почвовед», Москва, 1915, стр. 264—270.
- Димо Н. А. (Реферат). Там же, стр. 284.
- Дмитриев М. (Дмитриев Н. И.). Скільки було зледеніння на Україні. Зап. Україн. інст. геогр. та картогр., II, вып. 2, Харьков, 1930, стр. 5—56.
- Дмитриев М. И. (Дмитриев Н. И.). Рельеф УРСР (геоморфологичний нарис). Харьков, 1936, 168 стр.
- Дмитриев Н. И. О стратиграфии лёсса среднего Приднепровья. Учен. зап. Харк. унів., 1937, № 8—9, стр. 221—234.

- Дмитриев Н. И. О количестве и возрасте террас среднего Днепра. «Землеведение», XXXIX, вып. 1, 1937а, стр. 1—24.
- Дмитрієв М. І. (Дмитриев Н. И.) Четвертинні відклади дніпровської западини в межах УРСР. Наукові записки Харків. педагог. інституту, № 1, 1939, стр. 229—265.
- Добров С. А. и Константинович А. Э. Общая геологическая карта европ. части СССР. Лист 44. Восточная половина. Труды Моск. геолог. треста, вып. 20, Л., 1936, 107 стр.
- Докучаев В. В. Русский чернозем. СПб., 1883, 310 стр.
- Докучаев В. В. Дилuviальные образования Нижегородской губернии. Материалы к оценке земель Нижегородской губ. Ест.-ист. часть. Вып. XIII, СПб., 1886, изд. Нижегород. губ. зем., 65 стр.
- Докучаев В. В. К вопросу о происхождении русского лёсса. Вестн. естествозн., 1892, стр. 112—117; то же в Трудах СПб. общ. ест., XXII, вып. 2, 1893, стр. II—VI.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь, СПб., 1892а; 2-е изд. М., 1936, стр. 20—117.
- Домбровский В. В. Геологическое строение, литологический состав и полезные ископаемые окрестностей Иркутска. Труды Вост.-сиб. геолого-гидро-геодез. треста, вып. 8, Новосибирск, 1934, стр. 5—35, карта.
- Драницы Д. М. Заметка о северо-африканском лёссе. «Землеведение», 1914, № 3, стр. 127—135.
- Дубянский В. А. Песчаная пустыня юго-восточные Каракумы. Труды по прикл. ботан. и сел., XIX, вып. 4, 1929.
- Дурденевская М. В. Просадки в лёссовых грунтах и теория золотого происхождения лёсса. Доклады Академии наук, XXVII, № 1, 1940, стр. 27—29.
- Du Toit A. The geology of South Africa. 2-d edition. Edinburgh, 1939, XII+539 pp.
- Емельянов Н. Д. Иргизский район. Предв. отчет по исследов. почв Азиатск. России в 1914 г. Пгр., 1916, стр. 255—299.
- Ehrmann P. Mollusken (Weichtiere). «Die Tierwelt Mitteleuropas», II, Lief. 1, Leipzig, 1933, 264 pp., 13 pls.
- Ермилов И. Я. Геологические исследования на Гыданском полуострове в 1927 году. Труды Полярной комиссии Академии наук СССР, вып. 20, 1935, стр. 11—25.
- Ермолаев М. М. Геологический и геоморфологический очерк острова Большого Ляховского. Труды Совета по изуч. производ. сил, серия якутская, вып. 7, изд. Академии наук, 1932, стр. 147—223.
- Жадин В. И. Пресноводные моллюски СССР. Л., 1933, 232 стр.
- Жадин В. И. Фауна рек и водохранилищ. Труды Зоол. инст. Академии наук, V, 1940, стр. 519—992.
- Жирмунский А. М. Послетретичные образования южной части Смоленской губ. Изв. Р. Академии наук, 1925, стр. 323—350.
- Жирмунский А. М. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 44. Северо-западная четверть листа. Смоленск—Дорогобуж—Ельня—Рославль. Труды Геолог. ком., вып. 166, 1928, 122 стр., карта.
- Жузе А. П. Палеогеография водоемов на основе диатомового анализа. Л., 1939, изд. Геогр.-экон. инст., 86 стр.
- Жуков М. М. Четвертичные отложения низового Поволжья. Труды Моск. геолог.-развед. инст., I, 1936, стр. 3—29.
- Жуков М. М. Геоморфология района проектирования Терско-маньчского канала. Труды Моск. геолог.-развед. инст., I, 1936, стр. 30—57.
- Жуков М. М. Бакинские слои северного Прикаспия. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., XVIII, № 1, 1940, стр. 54—65.
- Зайцев Н. М. Обследование почв Ржевского уезда Тверской губернии. Труды Гос. почв. инст., I, М., 1927, стр. 65—85.
- Замарин Е. А. и Решеткин М. М. Просадка и водопроницаемость лёсса. Труды Ср.-аз. науч.-исслед. инст. ирригации, вып. 5, Ташкент, 1932, 40 стр.
- Заморій П. К. Геоморфологія і четвертинні поклади межи річчя Ворскла—Орчик—Берестова в їх середній течії. Четвертинний період, вып. 8, Киев, 1935, стр. 61—112.
- Заморій П. К. Четвертинні поклади північносхідної частини УРСР. Четвертинний період, вып. 9, Киев, 1935, стр. 37—87.
- Заморій П. К. О нахождении вулканического пепла в четвертичных отложениях Крыма, Украины и Воронежской обл. Четвертинный период, вып. 12, Киев, 1937, стр. 33—45.
- Захаров С. А. Почвы северной части Муганской степи и их осолонение. Журн. опытно-агрон., 1905, № 2.

- Захаров С. А. О лессовидных отложениях Закавказья. «Почвоведение», 1910, № 1, стр. 37—80.
- Захаров С. А. Почвы Мильской степи и содержание в них легкорастворимых солей. СПб., 1912, стр. IV+76, с картой. Изд. Отд. земельн. улучш.
- Жолтицкий И. Краткий предвар. отчет о почвенных исследованиях в Конотопском у. летом 1913 г. Предв. отчет. Черн. губ. в 1913 г. М., 1914, стр. 59—81.
- Иванов А. П. Геологическое строение и ископаемые. «Природа Орловского края», Орел, 1925, стр. 1—38.
- Иванов А. П. и Иванова Е. А. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 58. Юго-западная четверть. Тула—Лихвин—Чернь. Труды Моск. геол. треста, вып. 9, 1936, 80 стр.
- Ильин Р. С. К вопросу о генезисе гумусовых горизонтов южнорусского лесса. «Русский почвовед», 1916, стр. 135—141.
- Ильин Р. С. К вопросу о границах подзолистой и лесостепной зоны. «Почвоведение», 1927, № 3.
- Ильин Р. С. О генезисе и возрасте подпочв и почв Калужской губернии. Труды Почв. инст., М., 1, 1927, стр. 25—64.
- Ильин Р. О генезисе лессов и других покровных пород скульптурных равнин. «Почвоведение», 1930, № 1—2, стр. 159—163.
- Ильин Р. С. Происхождение лессов в свете учения о зонах природы, смещающихся в пространстве и во времени. «Почвоведение», 1935, № 1, стр. 80—100. (Какое отношение имеет учение о зонах природы к вопросу о происхождении лесса, я из этой статьи уяснить себе был не в состоянии.—Л. Б.)
- Ильин Р. С. Основная закономерность расположения поверхностных пород и почв по рельефу (возрасту) в скульптурных равнинах. «Почвоведение», 1936, № 4, стр. 588—599.
- Ильин Р. С. О деградированных и вторичноподзолистых почвах Сибири. «Почвоведение», 1937, № 4, стр. 591—600.
- Имшенецкий И. З. Кубанские степи. Исследование почв и грунтов вдоль Черном.-Кубан. ж. д. Р.-на-Д. 1924 (=Изв. по опытно-делу Дона и Сев. Кавказа), 64 стр.
- Искюль В. Геология и почвы. Труды Экспед. по исследованию земель Печорского края Вологодской губ. Под ред. П. И. Соколова. Том I. Устьсысольский уезд. Район Сысольского и южной части Устьсысольского лесничеств. СПб., 1909, глава II, стр. 1—119, с 10-верстн. почв. картой.
- Искюль В. Почвенно-геологический очерк Устьсысольского и юго-западной части Вычегодского казенных лесничеств Вологодской губ. Там же. Том II. Устьсысольский уезд. Район Устьсысольского и части Вычегодского лесничеств. СПб., 1910, отд. II, стр. 1—142, с 10-верстн. почв. картой.
- Казанов М. П. К характеристике главнейших типов четвертичных отложений Европейской части СССР. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., XIII, № 3, 1935, стр. 394—427.
- Калицкий К. Нефтяная гора. Труды Геол. ком., н. с., вып. 95, 1914.
- Каминский А. Особенности особенностей климата южного берега Крыма. Труды съезда по бальнеологии, климатологии и гидрологии, СПб., 1905.
- Каминский А. Главнейшие особенности климата Гагр. СПб., 1906.
- Карк И. Заметки о долине Мургаба. Изв. Русск. Геогр. общ., XLVI, 1910, стр. 261—321.
- Карпинский А. Геологические исследования в Волынской губернии. Научно-исторический сборник, изданный Горным институтом ко дню столетнего юбилея. СПб., 1873, отд. 2, стр. 45—96.
- Карта отложений четвертичной системы европейской части СССР и сопредельных с нею территорий в масштабе 1:2 500 000. Л., 1932, изд. Геол.-развед. объедин., под ред. С. А. Яковлева. Пояснительная записка, 10 стр.
- Кассин Н. Г. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 107. Вятка—Слободской—Омутнинск—Кай. Вып. 1. Труды Геол. ком., вып. 158, Л., 1928, VII+256 стр.
- Keilhack K. Die grossen Dünengebiete Norddeutschlands. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell., LXIX, 1917.
- Keilhack K. Die Nordgrenze des Löss in ihren Beziehungen zum nordischen Diluvium. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell. Monatsber., vol. 70, 1918, p. 77—79, карта 1:3 700 000.
- Keilhack K. Das Rätsel der Lössbildung. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell., Monatsber., vol. 72, 1920, p. 146—161 и обсуждение p. 161—167.
- Köhler G. Studien über den Löss. Ueber den Löss des Donautales und der Umgebung von Krems. Mitteil. geol. Gesell. Wien, XXIII (1930), 1931, p. 85—121.
- Köhler G. Der Hwang-ho, eine Physiogeographie. Ergänzungsheft No. 203. zu Peterm. Mitteil., 1929, 104 pp.

- Körpen Wladimir und Wegener Alfred. Die Klimate der geologischen Vergangenheit. Berlin, 1924, IV+256 pp.
- Кийз Ч. Проблема лесса и ее связь с валунными глинами. Бюлл. Информ. бюро ассоц. по изуч. четверт. отложений Европы, № 3—4, Л., 1932, стр. 23—35.
- Кобозев Н. Сборник Геогр.-эконом. исследов. инст. за 1927 год. Л., 1928, стр. 34 (лессовидные суглинки на водоразделе Вычегды и Камы).
- Козлова Е. В. Птицы юго-западного Забайкалья, сев. Монголии и центр. Гоби. Материалы Монгол. ком. Академии наук, вып. 12, Л., 1930.
- Колоколов М. Ф. Вяземский уезд. Материалы для оценки земель Смоленской губ. Ест.-ист. часть. I, Смоленск, 1901.
- Колоколов М. Ф. Грязовецкий уезд. Материалы для оценки земель Вологодской губ., I, вып. II, Москва, 1903.
- Костюкевич А. В. Предв. отчет о почвенных исследованиях в Бельском уезде Смоленской губ. Смоленск, 1915, 97 стр., изд. Смоленск. губ. зем. упр.
- Коссович П. Основы учения о почве. Ч. II, вып. 1, СПб., 1911.
- Коссович П. и Красюк А. Исследование почв земельных угодий Вологодского Молочнохозяйственного института. Из Бюро по землед. и почвов. с.-х. ком., общ. XIV, СПб., 1914, II+90 стр., с картой.
- Cotton C. A. Geomorphology of New Zealand. Part I. Wellington, N. Z., 1926, X+462 pp.
- Краснопольский А. Геологические исследования и поиски каменного угля в Мариинском и Томском округах. Геологич. исслед. по ливии Сибирск. ж. д., XIV, 1898.
- Краснопольский А. Геологические исследования по линии Сибирской ж. д. Там же, XVII, 1899.
- Краснопольский А. Геологические исследования в бассейне реки Тобола. Там же, XX, 1899.
- Красівський Л. (Красовский А. В.). Уваги що до новітніх ґрунтоутворюючих відкладів Поділля. Зап. Кам.-Под. с.-х. инст., I, Каменец-Подольск, 1924, стр. 1—15.
- Красовский А. В. Несколько слов о послетретичных отложениях на Украине. Зап. Кам.-Под. с.-х. инст., 1927, 11 стр.
- Красюк А. А. О погребенном гумусовом горизонте Европейской России вообще и Вольно-Подольи в частности. «Русский почвовед», 1916, стр. 121—135.
- Красюк А. Почвы и грунты по линии Подольской ж. д. Сообщ. Отдела почвоведения сел.-хоз. учен. ком., № 26, Пгр., 1922, 224. стр.
- Красюк А. Почвенные районы Иваново-Вознесенской, Костромской и Владимирской губерний. Труды Костромск. научн. общ., XXXI, 1923, 29 стр. (отт.), с картой в масштабе 25 в. в дюйме.
- Красюк А. Краткий очерк почв Костромской губ. Труды Костромск. научн. общ., XXXIII, 1924.
- Красюк А. Почвы северо-восточной области и их изучение 1921—1924 гг. Архангельск, 1925, 63 стр., изд. Арх. общ. краевед.
- Красюк А. А. Естественно-историческое описание Иваново-Вознесенской губ. Сообщ. Отд. почвовед., I, 1927, стр. 39—113.
- Красюк А. А. Почвы ленско-амгинского водораздела. Материалы Якут. ком., вып. 6, 1927а, 176 стр.
- Криштафович Н. И. Гидро-геологическое описание территории города Люблина и его окрестностей. Варшава, 1902, II+293 стр., с геол. и гипсом. картой. О лессе стр. 108—220. (Зап. Ново-Александр. инст. сел. хоз. и лесов., XV, вып. 3).
- Крокос В. И. Изменился ли климат Тираспольского уезда Херсонской губ. со времени межледниковой эпохи? Материалы по исслед. почв и грунтов Херсонск. губ. Одесса, 1915, изд. Херс. губ. зем., стр. 7—46.
- Крокос В. И. Некоторые данные по геологии Тираспольского уезда Херсонской губ. Геол. вест., II, 1916, стр. 57—64.
- Крокос В. И. Материалы для характеристики почвогрунтов Одесской и Николаевской губерний. Изв. Областного управления по опытному делу Одесск. и Николаевск. губ. I, Одесса, 1922, стр. 43—79.
- Крокос В. I. Лес і фосильні ґрунти південно-західної України. Вістн. сільсько-господар. науки, III, вып. 3—4, Харьков, 1924, стр. 22—26 (то же по-французски, стр. 27—31).
- Крокос В. И. Материалы для характеристики почвогрунтов Одесской и западной части Екатеринославской губерний. Журн. научно-исследов. кафедр в Одессе, I, 1924, № 10—11, стр. 1—16.
- Крокос В. И. Химический состав лессовых ярусов и морены Одешины и западной части Екатеринославщины (бывшей Херсонской губ.). Журн. Науково-дослідних кафедр м. Одеси, II, 1926, № 4, стр. 100—137.

- Крокос В. И. Время происхождения украинского лёсса. «Почвоведение», 1926а, № 1, стр. 5—17.
- Крокос В. И. Материалы для характеристики четвертичных отложений восточной и южной Украины. Материалы исследования грунтов Украины, вып. 5, Харьков, 1927, V—XI+303 стр.
- Крокос В. И. Четвертичная серия Днепропетровского района. Путевод. экскурсий 2-й четвертично-геологической конференции, 1932, стр. 144—161.
- Крокос В. И. Четвертичная серия по линии Гребінка—Лубні—Миргород. Труды (Праці) Українського науково-дослідного геологічного інституту, V, вып. 1, Киев, 1933, стр. 51—60.
- Крокос В. И. Четвертичная серия Чернігівського району. Четверт. період, вып. 7, Киев, 1934, стр. 14—27.
- Крокос В. И. Четвертичная серия Полтавського району. Четвертинний період, вып. 8, Киев, 1935, стр. 3—24.
- Крокос В. И. Четвертичная серия юго-западной части Донского ледникового языка в пределах Воронежской области. Четвертинний період, вып. 12, Киев, 1937, стр. 17—24.
- Кропоткин П. Исследования о ледниковом периоде. Зап. Русск. Геогр. общ. по общ. геогр., VII, 1876, XXXIX+717+70 стр. (о лёссе в прибавлении, стр. 20—22).
- Кудрин С. А. и Розанов А. Н. Основные итоги почвенных, почвенно-мелиоративных и агрохимических исследований в Средней Азии. «Почвоведение», 1937, № 7, стр. 733—758.
- Кудрин С. А. и Розанов А. Н. Влияние некоторых коренных пород на процессы выветривания и почвообразования в Средней Азии. Проблемы сов. почвоведения, изд. Почв. инст. Академии наук, вып. 7, 1939, стр. 125—148.
- Кудрин С. А. Химизм сероземов. «Почвоведение», 1940, № 6, стр. 24—42.
- Кудрявцев Н. Геологический очерк Орловской и Курской губерний. Материалы для геологии России, XV, 1892 (о лёссе: стр. 779—797).
- Курбатов С. М. Почвенно-геологический очерк средней части Вычегодского казенного лесничества Вологодской губ. Труды Эксп. по исслед. земель Печорского края Вологодск. губ., т. II, Устьесольский уезд. Район Устьес. и части Вычегодск. лесничеств., СПб., 1910, отд. III, стр. 1—106.
- Лавренко Е. Некоторые наблюдения над корой выветривания в Провальской степи, в Донецком крае. Труды Науково-дослідної катедри ґрунтознавства, I, Харьков, 1930, стр. 87—97.
- Lambrecht K. Handbuch der Palaeornithologie. Berlin, 1933.
- Larrent A. Traité de géologie. 4-e éd., III, Paris, 1900, p. 1607—1614.
- Ларин И. В. и Тихомирова Т. Ф. Почвы, растительность и их хозяйственное значение участка Уральской с.-х. опытной станции. Кызыл-орда, 1927, изд. Общ. изуч. Казахстана, стр. 159, с картой.
- Ласкарев В. Д. Общая геологическая карта России. Лист 17. Труды Геолог. ком., н. с., вып. 77, 1914 (о лёссе: стр. 694—708 и др.).
- Ласкарев В. Д. Обзор четвертичных отложений Новороссии. Зап. Общ. сел. хоз. южн. России, т. 88—89, кн. 1, Одесса, 1918, 47 стр.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Успехи петрографии в России. Пгр., 1923, изд. Геолог. ком., 408 стр.
- Левченко Ф. И. Почвы, грунты и грунтовые воды Каракумской пустыни в связи с вопросом орошения ее, Киев, 1912, 146+IV+31 стр.
- Lee J. S. The geology of China. London, Murby, 1939, XV+528 pp.
- Lencewicz S. Les dunes continentales de la Pologne. Trav. Inst. géogr. Univ. de Varsovie, 1922.
- Лепикаш И. А. К минералогии лёссовых образований Украины. Труды Ком. по изуч. четверт. пер. Академии наук, IV, 1934, стр. 131—142.
- Lowe P. R. Struthous remains from Northern China and Mongolia. Palaeontologia sinica, series C, vol. VI, fasc. 4, Peiping, 1931, 40 pp., 4 pls.
- Линдгольм В. А. Состояние изученности пресноводных и наземных ископаемых моллюсков, найденных в четвертичных отложениях СССР. Труды II Междунар. конфер. ассоциации по изуч. четвертич. периода Европы, III, Л., 1933, стр. 148—154.
- Лисицын К. И. О гумусовых лёссах в окр. гг. Ростова и Новочеркасска, о прослоях песков в лёссовидном суглинке, о красной глине и об условиях их залегания. Материалы по ест.-ист. обследованию района Доно-кубано-терск. общ. сел. хоз., I, Ростов-на-Д., 1914, стр. 19—46, с 4 табл.
- Личков Б. Л. К вопросу о геологической природе Полесья. Изв. Академии наук, 1928, стр. 173—194, карты.

- Личков Б. Л. О террасах Днепра и Припяти. Матер. по общ. и приклад. геол. Изв. Геолог. ком., вып. 95, 1928а, 51 стр., карта.
- Личков Б. Л. К вопросу о существовании пустынь в четвертичное время в Европе. Зап. Киевск. общ. ест., XXXVII, вып. 3, 1928б, стр. 30—41.
- Loosy L. Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. Resultate der wiss. Erforschung der Balatonseexpedition, I, 1. Sekt., Wien, 1916 (известно мне лишь по реферату в Zeitschr. Gesell. Erdk. Berlin).
- Lyell Ch. Principles of geology. Vol. III, London, 1833, XXXII+398+109 pp. То же, 10-е изд., vol. I, London, 1867, XVI+671 pp.
- Lyell Ch. Observations on the loamy deposit called «loess» of the basin of the Rhine. Edinburgh New Phil. Journ., XVII, 1834, p. 110—122.
- Лунгерсгаузен Л. Несколько замечаний об общем характере четвертичных отложений у ю.-з. границы днепровского языка. Труды Ком. четв. пер., III, 1933, стр. 125—158.
- Любченко А. Е. Каракумская степь. Почвенные и гидрологические исследования. «Экспедиция в Каракумскую степь», М., 1910, изд. Моск. бирж. ком., стр. 1—201.
- Мазарович А. Н. Опыт схематического сопоставления неогеновых и послетретичных отложений Поволжья. Изв. Академии наук, 1927.
- Мазарович А. Н. Про характер та вік найголовніших типів потретинних покладів сходу Російської рівнини. Збірник пам'яті Тутковського, I, Киев, 1932, стр. 215—252.
- Мазарович А. Н. Континентальные процессы формирования рельефа в среднем Заволжье. Труды II Междунар. конференции ассоц. по изуч. четвертич. периода, III, 1933, стр. 71—87.
- Мазарович А. Н. К вопросу о четвертичном покрове Русской равнины. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., XVIII, № 1, 1940, стр. 38—52.
- Макеев П. С. Очерк рельефа Кызыл-кумов. Труды Сов. по изуч. производ. сил, сер. каракалп., вып. 1, 1933, стр. 41—162.
- Макиров Я. А. Переменяющееся залегание ила и песка в Голодной степи. Труды СПб. общ. ест., XVI, вып. 2, 1885, стр. 55—56.
- Маларевский К. Почвенный очерк Устюженского уезда. Труды Гос. почвен. инст., I, М., 1926.
- Марков К. К. Древние материковые дюны северо-западной части Ленинградской губернии. Докл. Академии наук, 1928, стр. 327—332.
- Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. I. Труды Гл. геолого-развед. управл., вып. 117, 1931, 253 стр.
- Марков К. К. Геоморфологический очерк северного Памира и Вахьи по наблюдениям 1932—1933 гг. Труды ледник. экспед. I, Л., 1936, изд. Тадж.-памир. экспед., стр. 267—480.
- Материалы по изучению почв Московской губ. Вып. 1. Предв. отчет о почвенных и геологических исследованиях Моск. губ. в 1912 г. М., 1913, 93 стр.—Вып. II. То же в 1913 г. М., 1914, 128 стр., изд. Моск. губ. зем.
- Матисен А. А. Путешествие в Персию в 1904 г. Изв. Русск. Географ. общ., XLI, 1905, стр. 523—555.
- Machatschek Fr. Der westlichste Tien-schan. Ergänzungsheft No. 176 zu Peterm. Mitteil., 1912, 141 pp.
- Махов Г. Г. Питання генези та еволюції ґрунтів України. Вістник сільсько-господарської науки, Харьков—Киев, III, вып. 3—4, 1924, стр. 14—22, с картой.
- Махов Г. Г. Почвы Донецкого края. «Почвоведение», 1926, № 3—4, стр. 1—24.
- Мельник М. О. До вивчення фауни м'якунів українських лесів. Збірник пам'яті Тутковського, II, Киев, 1932, стр. 207—233, 6 табл. рис.
- Мельник М. Е. Фауна моллюсков лёссов УССР. Труды II Междунар. конфер. ассоц. по изуч. четвертичного периода, III, Л., 1933, стр. 155—160.
- Merzbacher G. Vorläufiger Bericht über eine in den Jahren 1902 und 1903 ausgeführte Forschungsreise in den zentralen Tien-Schan. Peterm. Mitt., Ergänzungsheft No. 149, 1904, с картой.
- Миддендорф А. Очерки Ферганской долины. СПб., 1882, изд. Академии наук.
- Милановский Е. В. Плиоценовые и четвертичные отложения Сызранского района. Труды Ком. по изуч. четверт. периода, IV, вып. 2, М., 1935, стр. 175—219.
- Мирчик Г. Ф. Краткий предв. отчет о геологических исследованиях в Новгород-Северском и Кролевецком уездах. Предв. отчет Черн. губ. 1913 г., М., 1914, стр. 10—22.
- Мирчик Г. Ф. Городищенский уезд. Труды экспедиции для исслед. ест.-ист. условий Пензенск. губ. Серия 1. Геология, вып. VII, М., 1915, изд. Пенз. губ. зем.

Мирчин Г. Ф. Послетретичные отложения Черниговской губ. и их отношение к аналогичным отложениям Европ. России. Вестн. Моск. горн. акад., II, прилож. № 1, 1923, стр. 1—67. Продолжение в: Мемуары Геол. отд. Общ. люб. ест., антр. и этн., вып. 4, М., 1925, стр. 1—187.

Мирчин Г. Ф. Из четвертичной истории равнины Европейской части СССР. Геологич. вестн., V, № 4—5, 1927, стр. 12—18.

Мирчин Г. Ф. О физико-географических условиях эпохи отложения верхнего горизонта лёсса. Изв. Академии наук, отд. физ.-мат., 1928, стр. 113—142.

Мирчин Г. Ф. Состояние изучения покровных четвертичных образований в европейской части СССР, иллюстрированное картой. «Почвоведение», 1928а, № 1—2, стр. 24—31, с картой.

Мирчин Г. Ф. О количестве оледенений Русской равнины. «Природа», 1928б, № 7—8, стр. 683—692.

Мирчин Г. Ф. Эпейрогенетические колебания европейской части СССР в течение четвертичного периода. Труды II Междунар. конф. ассоц. по изуч. четверт. периода Европы, II, 1938, стр. 153—165.

Мирчин Г. Ф. Геологическое строение местности по линиям Орша—Ворожба, Новобелица—Прилуки и Локоть—Шостка. Труды Моск. геол.-развед. объедин., вып. 309, М., 1933а, 188 стр.

Миссуна А. Б. Краткий очерк геологического строения Новоградского уезда Минской губернии. Зап. Минер. общ., I, 1915, стр. 163—240, с картой.

Михальский А. Предвар. отчет о геологических исследованиях 1891 г. Изв. Геол. ком., XI, 1891, стр. 189—197 (Люблинск. и Седлецк. губ.).

Moayer R. T. Introduction to a study of soils of Shansi province, China. Contributions to the knowledge of the soils of Asia, II, Л., 1932, изд. Докуч. Почв. инст., р. 9—15.

Морозов С. С. Сравнительные данные механического анализа некоторых карбонатных пород по способам Гедройца, Сабанина и Робинзон-Землячинского. «Почвоведение», 1931, № 5—6, стр. 48—59.

Морозов С. С. Механический и химический состав некоторых лёссов европейской части СССР и генетически им близких пород. «Почвоведение», 1932, № 2, стр. 232—257.

Москвитин А. И. Геология Прилуцкого округа Украины. Труды Всесоюз. геолог.-развед. объедин., вып. 310, Л., 1933, 296 стр.

Москвитин А. И. Лёсс и лессовидные отложения Сибири. Труды Инст. геол. наук, вып. 14, геол. серия № 4, 1940, изд. Академии наук, 83 стр., с картой.

Мурзаев Э. М. Об условиях образования пустынного загара. Пробл. физ. геогр., V, М., 1938, стр. 231—235.

Мушкетов Д. Из Пржевальска в Фергану. Изв. Геол. ком., XXXI, 1912, стр. 441—468.

Мушкетов И. В. Краткий отчет о геологическом путешествии по Туркестану в 1875 году. СПб., 1876 (то же в Зап. Минер. общ., XII, 1877, стр. 117—236, и в Зап. Геогр. общ. по общ. геогр., XXXIX, вып. 1, 1910, стр. 111—230, о лёссе: стр. 163—165).

Мушкетов И. В. Туркестан, I, СПб., 1886, XXVI+743 стр.

Мушкетов И. В. Геологические исследования в Калмыцкой степи в 1884—1885 гг. Труды Геол. ком., XIV, № 1, 1895.

Мушкетов И. В. Физическая геология, II, вып. 1, 1903, о лёссе: стр. 133—146; 3-е изд., II, 1926, стр. 95—107.

Münichsdorfer F. Der Löss als Bodenbildung. Geol. Rundschau, XVII, 1926, р. 321—332.

Набоких А. И. Состав и происхождение различных горизонтов некоторых южнорусских почв и грунтов. Сельское хоз. и лесоводство, 1911, февр., стр. 227—243.

Набоких А. И. Ход и результат работы по исследованию почв и грунтов Харьковской губ. Материалы по исслед. почв и грунтов Харьк. губ. Вып. I, изд. Харьк. губ. зем. упр., Харьков, 1914, 27 стр.

Набоких А. И. Факты и предположения относительно состава и происхождения послетретичных отложений черноземной полосы России. Материалы по исслед. почв и грунтов Херсонск. губ. Вып. 6, изд. Херсон. губ. зем., Одесса, 1915, стр. 17—27, с табл.

Нейштадт М. И. Роль торфяных отложений в восстановлении истории ландшафтов СССР. Пробл. физ. геогр., VIII (1939), 1940, стр. 3 | 52.

Nehring A. Ueber Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fauna. Berlin, 1890, 257 pp.

Неуструев С. С. Почвенно-географический очерк Чимкентского уезда Сыр-дарьинской области. СПб., 1910, изд. Пересел. упр.

Неуструев С. С. О геологических и почвенных процессах на равнинах низовьев Сыр-дарьи. «Почвоведение», 1911, № 2, стр. 15—66, с картой.

Неуструев С. С. Почвенный очерк Андijanского уезда. Предв. отчет по исслед. почв Азиат. России в 1911 году. СПб., 1912, стр. 135—172.

Неуструев С. С. Ошский уезд Ферганской области. Предв. отчет по исслед. почв Азиатск. России в 1913 году. СПб., 1914, стр. 261—284.

Неуструев С. С. К вопросу об исследовании Туркестанского лёсса. Геол. вестн., I, 1915, стр. 140—147.

Неуструев С. С. К вопросу об изучении послетретичных отложений Сибири. «Почвоведение», 1925, № 3, стр. 5—27.

Неуструев С. С. Почвенная гипотеза лессообразования. «Природа», 1925а, № 1—3, стр. 47—56.

Неуструев С. С. в: Крашенинников И. и Неуструев С. Геоморфологический очерк Милой Кабарды и Моздокской степи. Зап. Русск. минер. общ., LV, вып. 1, 1926, стр. 129—165.

Неуструев С. и Безсонов А. Новоузенский уезд. Почвенный и геологический очерк. Материалы для оценки земель Самарск. губ. Ест.-ист. часть. Т. III, Самара, 1909, 514 стр.

Неуструев С. и Прасолов Л. Самарский уезд. Почвенно-географический очерк. Материалы для оценки земель Самарск. губ. Ест.-ист. часть. Т. V, Самара, 1911.

Неуструев С. С. и Иванова Е. Н. Почвы Мало-Кабардинского округа Балкар-Кабардинской авт. области. Сообщ. Отд. почвоведения Гос. инст. опытно-агрон., вып. 1, 1927, стр. 114—186.

Неуструева М. В. Результаты работ станции по наблюдению над атмосферно-пылевыми явлениями близ г. Ош Ферганской области. Известия Докучаевск. почвенн. ком., II, 1914, стр. 147—181.

Никитин С. Н. Послетретичные отложения Германии в их отношении к современным образованиям России. Изв. Геол. ком., V, 1886, стр. 133—184.

Никитин С. Н. Бассейн Оки. Исследования гидрогеологического отдела 1894 года. Труды экспед. для исслед. источников рек Евр. России, СПб., 1895 (о лёссе: стр. 49—55).

Николаев Н. И. Плиоценовые и четвертичные отложения сыртовой части Заволжья. Труды Ком. по изуч. четверт. периода, IV, вып. 2, М., 1935, стр. 119—165.

Никшич И. И. Копет-Дар. Геологические и гидрогеологические исследования в Полторацком уезде Туркменской области в 1923 г. Ташкент, 1924, VI+100 стр.

Никшич И. И. Бассейн рек Сумбара и Чандыра. Труды геол.-развед. объедин., № 174, 1932, 129 стр., карта.

Обручев В. А. О процессах выветривания и раздувания в Центральной Азии. Зап. Минер. общ., XXXIII, 1895, стр. 229—272.

Обручев В. А. Орографический и геологический очерк Центральной Монголии, Ордоса, восточной Гань-су и северной Шень-си. Изв. Русск. Геогр. общ., XXX, 1894, стр. 231—253.

Обручев В. А. Орография Центральной Азии и ее юго-восточной окраины. Там же, XXXI, 1895, стр. 253—344.

Обручев В. А. Центральная Азия, северный Китай и Нань-шань. Отчет о путешествии в 1892—94 гг., т. I, СПб., 1900, XXXVIII+631 стр.; т. II, СПб., 1901, XXVI+687 стр., 4^о (много наблюдений над лёссом).

Обручев В. А. К вопросу о происхождении лёсса (в защиту эоловой гипотезы). Изв. Томск. технол. инст., XXIII, 1911, № 3, 38 стр.

Обручев В. А. Пограничная Джунгария, т. I, вып. 1. Томск, 1912.

Обручев В. А. Орографический и геологический очерк юго-западного Забайкалья (Селенгинской Даурии). Ч. I. Геол. исслед. по линии Сибирск. ж. д., вып. XXII, ч. I, СПб., 1914.

Обручев В. А. Проблема лёсса. «Природа», 1929, № 2, стр. 107—136. То же в Сборнике научных трудов Московской горной академии, М., 1930, стр. 3—21.

Обручев В. А. Письмо в редакцию. «Природа», 1930, № 4, стр. 453 (по поводу статьи Л. С. Берга «Проблема лёсса», «Природа», 1929, № 2).

Обручев В. А. Лес як эоловый грунт. Збірник пам'яті Тутковського. I, Киев, 1932, стр. 261—293. То же по-немецки: Löss als äolischer Boden. Там же, стр. 293—331.

Обручев В. А. Проблема лёсса. Труды II Междунар. конф. ассоц. по изучению четверт. периода, II, 1933, стр. 115—137.

- Обручев В. А. Пограничная Джунгария, III, вып. 2. Геологический очерк, М., 1940, 292 стр., карта.
- Naug E. *Traité de géologie*, vol. II, fasc. 3, Paris, 1911.
- Огнев Г. Н. Геологические наблюдения на ленско-амгинском водоразделе. Материалы Якутск. ком., вып. 22, 1927, стр. 71.
- Oliver F. W. Dust-storms in Egypt and their relation to the war period as noted in Maryut, 1939—45. *Geogr. Journ.*, vol. CVI, № 1—2, July-August 1945, p. 26—49.
- Оловянишников Г. И. Распределение CaCO_3 и MgCO_3 , кремнекислоты и полуторных окислов в механических фракциях сероземов Средней Азии и некоторые особенности почвенных карбонатов. «Почвоведение», 1937, № 7, стр. 710—719 (лессы Голодной степи и Уч-кургана).
- Осокин Л. С. О влиянии просадок лессовидных суглинков на образование западин. Изв. Воронежск. гос. педаг. инст., VI, вып. 2, 1940, стр. 23—28.
- Павлов А. П. Самарская лука и Жегули. Труды Геолог. ком., II, 1887, № 5, 60 стр., 4°, геол. карта.
- Павлов А. П. Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи. Изв. Геол. ком., 1888, стр. 243—263.
- Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием работы подземных и поверхностных вод. «Землеведение», 1898, кн. 3—4, стр. 91—147 (о делювии: стр. 108—121).
- Павлов А. П. О туркестанском и европейском лёссе. *Bull. Soc. Nat. Moscou*, 1903, прилож. к прот. № 4, стр. 23—30.
- Павлов А. П. О древнейших на земле пустынях. Днев. XII съезда рус. ест. и вр. Москва, 1910, отд. 2-й, стр. 302—319.
- Павлов А. П. в.: «Диспут П. А. Тутковского», «Землеведение», 1911, № 1—2, стр. 270—272.
- Павлов И. Хозяйственные возможности и хлебная торговля в Тунбинском уезде. Вестник Маньчжурии, Харбин, 1928, № 9.
- Passarge S. *Verwitterung und Abtragung in den Steppen und Wüsten Algeriens*. *Geogr. Zeitschr.*, 1909, p. 493—510.
- Penck A. *Morphologie der Wüsten*. *Geogr. Zeitschr.*, 1909, p. 545—558.
- Penck A. *Das Klima der Eiszeit*. *Verhandl. der III internat. Quartär-Konferenz Wien*, September 1936, Wien, 1938, p. 83—96.
- Penck A. und Brückner Ed. *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, 1909.
- Петров Б. Ф. О происхождении лёссов бийской лесостепи. «Почвоведение», 1937, № 4, стр. 584—591.
- Петц Г. Г. фон. Геологическое описание 13 листа X ряда 10-верстн. карты Томской губ. (Листы: Змеиногорск—Белогазово—Локоть—Кабанья). Труды Геол. части Каб. е. в., VI, вып. 1, 1904, стр. 1—272.
- Pidoplitshka I. G. *Die Fauna der quartären Säugetiere der Ukraine. Die Quartärperiode* (Четверт. период), вып. 4, Киев, 1932, стр. 69—77.
- Пидопличка И. Г. Время вымирания малой пищухи на юге СССР. «Природа», 1934, № 12, стр. 78—80.
- Пидопличка И. Г. Итоги изучения фауны Мезинской палеолитической стоянки. «Природа», 1935, № 3, стр. 79—81.
- Пидопличка И. Г. Происхождение лёсса юга СССР в палеонтологическом освещении. «Природа», 1937, № 3, стр. 48—60.
- Пидопличка И. Г. Материалы до вивчення минулих фаун УРСР. Вып. 1. Новгородсверська верхньочетвертинна фауна. Академия наук УРСР, Инст. зоол. та бiол., Киев, 1938, 78 стр.
- Пименова Н. В. Солодководяні поклади с. Сорокопень Словечанського р. Четвертинний період, вып. 6, Киев, 1933, стр. 41—59.
- Ring C. *Tertiary and Quaternary non-marine Gastropods of North China*. *Palaeont. sinica*, series B, vol. VI, No. 6, Peiping, 1931, 39 pp. (из лёсса: 1. *Hygromia* (*Metodontia*) *houaiensis* (Crosse). Шень-си. Ныне живущая. 2. *Eulota* (*Cathaica*) *pyrrhozonia* (Philippi). Шень-си, Хэ-нань. Ныне живущая).
- Поленов Б. К. Геологическое описание западной половины 15-го листа IX ряда 10-верстной карты Томской губ. (листы Ажинка и Томский завод). Труды Геол. части Каб. е. в., VIII, вып. 2, 1915, стр. 235—596.
- Полынов Б. Б. Кора выветривания, I, Л., 1934, 242 стр., изд. Академии наук СССР.
- Пономарев Г. М. и Седлецкий И. Д. О генезисе почв черноземного и солонцового рядов в черниговской лесостепи. Труды Почв. инст. Академии наук, XXIV, 1940, стр. 243—307 (химический, механический, минералогический и рентгенографический анализ здешнего лёсса).

- Попов В. И. Метеорологические работы Памирской экспедиции II МПГ. Труды ледник. экспед., I, Л., 1936, изд. Тадж.-памирск. экспед., стр. 17—107.
- Попов Т. И. Происхождение и развитие осинового куста в пределах Воронежской губернии. Труды Докучаевск. почв. ком., II, 1914, 172 стр.
- Порубиновский А. М. Краткий предв. отчет о почвенных исследованиях в Глуховском у. летом 1912 г. Предв. отчет Черн. губ. 1912 г., М., 1913, стр. 73—83.
- Порубиновский А. М. То же в Кролевецком уезде летом 1913 года. Предв. отчет Черн. губ. 1913 года, М., 1914, стр. 82—98.
- Православлев П. Материалы к познанию нижневолжских каспийских отложений. I. Астраханское Заволжье. Варшава, 1908, 464 стр.
- Православлев П. А. К гидрогеологии прикубанской степной равнины. Труды Всесоюзного геолог.-развед. объедин., вып. 188, Л., 1932, 70 стр., карта.
- Православлев П. А. Приобье Кулундинской степи. Материалы по геол. Зап.-сибирского края, вып. 6, Томск, 1933, 56 стр.
- Прасолов Л. И. Юго-западная часть Забайкальской области. Предв. отчет по исследованию почв Азиатск. России в 1912 г. СПб., 1913, стр. 194—210.
- Прасолов Л. И. Почвы Туркестана. Л., 1926, изд. Академии наук, 96 стр.
- Прасолов Л. И. и Даденко П. Ставропольский уезд. Материалы для оценки земель Самарск. губ. Ест.-ист. часть, т. II, Самара, 1908.
- Прасолов Л. и Неуструев С. Николаевский уезд. Материалы для оценки земель Самарск. губ. Ест.-ист. часть, т. I, Самара, 1904.
- Прасолов Л. и Роде А. О почвах среднеуральской лесостепи. Труды Почв. инст., X, вып. 7, 1934.
- Преображенский И. А. К вопросу о происхождении туркестанского лёсса. «Почвоведение», 1914, № 1—2, стр. 77—120.
- Пустьвалов Л. В. Петрография осадочных пород. II, Л., 1940, 420 стр. (о лёссе: стр. 153—156).
- Пясовский Б. В. К вопросу о пустынных загарях (черные и бурые корки в зоне разливов Днепра). «Почвоведение», 1931, № 1, стр. 96—105.
- Рабинерсон А. И. Перемещение ионов по поверхности и обмен при соприкосновении частиц. «Природа», 1941, № 5, стр. 66.
- Rathjens C. *Löss in Tripolitarien*. *Zeitschr. Gesell. Erdkunde*, Berlin, 1928.
- Ратнер Е. И., Акимочкина Т. А. и Марголина* К. П. О механизме поглощения растениями адсорбционно-связанных веществ (роль контактного обмена). Доклады Академии наук СССР, LII, № 5, 1946, стр. 449—452.
- Рейнгард А. Л. Несколько слов о покровных суглинках Предкавказья. Зап. Минер. общ., LXIX, 1940, № 2—3, стр. 428—432.
- Reifenberg A. *The loess soils of the Beersheba region of Palestine*. *Empire Journ. exp. Agriculture*, VII, 1939, p. 305—310.
- Ремезов Н. П. Емкость поглощения и состав обменных катионов в главнейших типах почв. «Почвоведение», 1928, № 5, стр. 639—688.
- Ремезов Н. П. и Щерба С. В. Теория и практика известкования почв. М., 1938, 347 стр.
- Різниченко В. В. (Резниченко). Документи пустелі в районі Канівських дислокацій. Вісник україн. відділу геолог. ком., вып. 9, Киев, 1926, стр. 33—76.
- Ризположенский Р. Описание Пермской губ. в почвенном отношении. Казань, 1909, стр. 284, с 20-верстн. почвенн. картой. Отчет Перм. губ. земству.
- Richthofen F. *China*. Bd. I, Berlin, 1877 (о лёссе: p. 56—189).
- Richthofen F. *Führer für Forschungszwecke*. Berlin, 1886, XII + 745 pp.
- Роде А. А. Дисперсность твердой массы почвы, химический и минералогический состав ее и отдельных ее компонентов. «Почвоведение», 1938, № 2, стр. 181—229.
- Роде А. А. Несколько слов о лессообразовании. «Почвоведение», 1942, № 9—10, стр. 16—24.
- Розанов А. Н. Основные черты геологического строения Саратовского Заволжья. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., IX, № 1—2, 1931, стр. 63—142.
- Розанов А. Н. и Шукевич М. М. Минералогический состав лессовидных пород Средней Азии. «Почвоведение», 1943, № 9—10, стр. 37—43.
- Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., 1936, Сельхозгиз, VIII + 494 стр.
- Roth Santiago. *Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampasformation in Argentinien*. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, XL, 1888, p. 375—464.
- Rungaldier R. *Bemerkungen zur Lössfrage, besonders in Ungarn*. *Zeitschr. f. Geomorphologie*, VIII, 1933, p. 1—40.
- Саваренский Ф. П. Почвы. «Природа Орловского края», Орел, 1925, стр. 223—260.

- Саваренский Ф. П. «Сыртэвы» глины Заволжья в бассейне рек Б. и М. Узней. Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., V, вып. 1, 1927, стр. 67—78.
- Саваренский Ф. П. Гидрогеологический очерк Муганской степи. Тифлис, 1931, 150 стр., карты, изд. Закавказ. опыт.-исслед. инст. водн. хоз.
- Саваренский Ф. П. Четвертичные отложения в районе Днепростроя. Путеводитель экскурсий второй четвертично-геол. конференции, Л., 1932, стр. 162—184.
- Саваренский Ф. П. Инженерная геология. М.—Л., 1937, 422 стр.
- Савинов Н. И. и Францессон В. А. Материалы к познанию почв и лёссовой толщи степи государственного заповедника «Чапли» (б. Аскания-Нова). Труды научно-дослід. катедри ґрунтознавства, I, Харьков, 1930, стр. 29—114.
- Saueger A. Ueber die aeolische Entstehung des Löss am Rande der norddeutschen Tiefebene. Zeitschr. f. Naturwiss., LXII, Halle, 1889, p. 326—351.
- Седлецкий И. Д. Образование вторичного коллоидного кварца. «Почвоведение», 1938, № 6, стр. 829—834.
- Седлецкий И. Д. Почвенный поглощающий комплекс—тарагенетическая система (коллоидных) минералов. Докл. Академии наук, XXIII, № 3, 1939, стр. 257—261.
- Седлецкий И. Д. Минералогический состав глин и их генезис. Проблемы сов. геологии, № 8, 1940, стр. 82—90.
- Седлецкий И. Д. Коллоидно-дисперсная минералогия. Л., 1945, 114 стр. Академия наук СССР.
- Soergel W. Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Eine Gliederung und Altersbestimmung der Löss. Jena, G. Fischer, 1919, IX+177 pp.
- Сибирцев В. М. и Щеглов И. Вязниковский уезд. Материалы для оценки земель Владимирской губ., IV, вып. 1, ч. 1, Влад.-на-Кл., 1902. Изд. Влад. губ. зем.
- Сибирцев В. М. Общая геологическая карта России. Лист 72. Владимир—Нижний-Новгород—Муром. Геологические исследования в окско-клязьминском бассейне. Труды Геол. ком., XV, № 2, 1836, IV+222 стр.
- Сибирцев В. М. Почвоведение. 3 вып., СПб., 1900—1901. 2-е изд. 1909.
- Скворцов Ю. А. Проблема туркестанского лёсса. Труды Всесоюз. геол.-развед. объедин., вып. 225, 1932, стр. 52—69.
- Смирнов И. И. Материалы по изучению почв побережий рек Кети и Тыма. Работы научно-пром. экспед. по изучению р. Оби, I, вып. 2, Красноярск, 1928.
- Соболев Д. Польско-Украинская перигляциальная золовая формация. Вісник Україн. відділу Геол. ком., вып. 6, Киев, 1925, стр. 51—78.
- Соболев С. С. Почвообразующие породы Украинской ССР. «Почвоведение», 1935, № 4, стр. 593—601.
- Соболев С. С. Эрозия на территории Украинской ССР. «Почвоведение», 1937, № 3, стр. 321—342.
- Соболев С. С. Новые данные по истории развития рельефа и генезису лёссов юга европейской части Союза ССР. «Почвоведение», 1937а, № 4, стр. 580—583.
- Соболев С. С. К вопросу о значении эпейрогенических движений в формировании современного рельефа Украинской ССР. Изв. Академии наук, серия геогр. и геофиз., 1937б, № 4, стр. 549—563.
- Соболев С. С. Почвы Украины и степного Крыма. Почвы СССР, изд. Академии наук, III, М., 1939, стр. 7—84.
- Соколов Д. В. Геологические исследования в Минусинском уезде в 1913 году. Изв. Геол. ком., XXXIII, 1914.
- Соколов Д. В. Геологическое строение верхней части района Днепровского затопления. Материалы к проекту Днепростроя, VI, 1929, стр. 141—166 (о лёссовидн. породах: стр. 156—160).
- Соколов Д. В. Артезианские воды бывш. Александровского уезда Екатеринославской губ. в связи с его геологическим строением. Там же, VI, 1929а, стр. 169—210 (о лёссовидных породах: стр. 188—193).
- Соколов Д. В. О микроорганизмах в подпочвенных слоях и о биохимических факторах выветривания. Изв. Академии наук, 1932, № 5, стр. 693—712.
- Соколов Д. В., Виноградова О. С. и Элькин Г. А. О некоторых новых факторах выветривания горных пород. Труды Инст. строит. матер., вып. 34, М., 1930, стр. 3—30.
- Соколов Н. А. Заметка о послетретичных пресноводных отложениях южной России. Изв. Геол. ком., IX, 1890, стр. 245—251.
- Соколов Н. А. Гидрогеологические исследования в Херсонской губ. Труды Геол. ком., XIV, № 2, 1896.
- Соколов Н. А. К истории причерноморских степей с конца третичного периода. СПб., 1905, 39 стр. (оттиск из «Почвоведения», 1904).

- Соколов Н. Н. Геоморфологический очерк Черкесского округа. Труды Сев.-Кавказск. ассоциации научно-иссл. инст., № 65, Ростов-на-Д., 1930, 63 стр.
- Соколов Н. Н. О возрасте и эволюции почв в связи с возрастом материнских пород и рельефа. Труды Почв. инст. Академии наук, VI, 1932, стр. 1—53.
- Соколов Н. Н. О рельефе Кузнецкого бассейна, Салаира и правобережья Оби в районе рек Чумыш и Берди. Труды Инст. геогр. Академии наук, XV, 1935, стр. 5—58.
- Соколовский А. Н. Из области явлений, связанных с коллоидальной частью почв. Изв. Петровской сельскохоз. акад., 1919, М., 1921, стр. 85—225.
- Соколовский А. Н. Новые наблюдения над химизмом лёссовидных образований в связи с вопросом об их генезисе. Бюлл. III Всеросс. съезда почвоведов в Москве, 1921а, № 3—4, стр. 9.
- Sokolovsky A. N. Properties of the absorbing (colloidal) complex of Ukrainian loess, as a proof of its origin. Матер. дослідж. ґрунтів України, вып. 6, стр. 15—23.
- Соколовский А. Н. Роль почвенных процессов в генезисе лёсса. Изв. Академии наук СССР, сер. геол., 1943, № 6, стр. 125—142; тоже в: Лёсс как продукт почвообразования. «Почвоведение», 1943, № 9—10, стр. 3—22 (обе вышли в свет в марте 1944 г.).
- Solger F. Geologie von Dünen, в: «Dünenbuch», Stuttgart, 1910.
- Сондаг А. Вологодский уезд. Материалы для оценки земель Вологодской губ., т. II, вып. II, 1907.
- Сукачев В. Н. Бассейн р. Верхней Ангары. Предв. отчет по исслед. почв Азиатск. Росс. в 1912 году, СПб., 1913, стр. 145—179.
- Сукачев В. Н. История растительности СССР во время плейстоцена. «Растительность СССР», изд. Академии наук, I, 1938, стр. 183—234.
- Сукачев В. Н. и Долгая З. К. Об ископаемых растительных остатках в лёссовых породах в связи с их происхождением. Доклады Академии наук, XV, 1937, № 4, стр. 183—188.
- Сушкин П. П. Птицы Советского Алтая и прилежащих частей северо-западной Монголии, I, 1938, 317 стр., изд. Академии наук.
- Танфильев Г. И. Бараба и Кулундинская степь в пределах Алтайского округа. Труды Геол. части Каб. е. в., V, 1902, стр. 59—309, карта.
- Танфильев Г. И. Имеются ли доказательства в пользу колебаний климата в последнеиную эпоху на юге России? «Почвоведение», 1912, № 2, стр. 31—47.
- Танфильев Г. И. География России, Украины. II, вып. 1, Одесса, 1922 (о лёссе в гл. III, стр. 94—119, 333—337).
- Танфильев Г. И. К происхождению степей. «Почвоведение», 1928, № 1—2, стр. 18—23.
- Твенхофел. Учение об образовании осадков. Перев. с англ. под ред. И. А. Преображенского. Л., 1936, 916 стр.
- Teilhard de Chardin et Licent E. Observations géologiques sur la bordure occidentale et méridionale de l'Ordos. Bull. Soc. géol. de France, (4), XXIV, 1924, p. 49—91.
- Teilhard de Chardin P. Quelques observations sur les terres jaunes (loess) de Chine et de Mongolie. Centenaire de la Soc. géol. de France, Livre jubilaire 1830—1930, II, Paris, 1930, p. 605—612.
- Teilhard de Chardin P. and Young C. C. The late Cenozoic formations of S. E. Shansi. Bull. Geol. Soc. China, XII, № 2, Peiping, 1933, p. 207—241.
- Токарь Р. А., инж. Что называется лёссовидным грунтом. Труды Всесоюз. науч.-исслед. инст. в производстве по основаниям и фундам. инж. сооружений (ВИОС), сборник 5, Л., 1935, стр. 10—19.
- Толстихин Н. К геологии Архангельской и Вологодской губерний. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. геол., II, 1923—1924, стр. 279—294.
- Толстихин Н. И. К вопросу о минералогическом составе Ташкентского лёсса. Труды Сред.-азиатск. ун-в., серия VII а (геология), вып. 7, 1928, 5 стр.
- Толстихин Н. И. К вопросу о террасах бассейна реки Чирчика. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. геол., VII, № 3, 1929, стр. 248—265.
- Толстихин Н. И. Послетретичные отложения Приташкентского района. Материалы по геологии Средней Азии, вып. 8, Ташкент, 1936, горн. фак. Ср.-аз. индустр. инст., стр. 53—72.
- Thordodden Th. Island. Grundriss der Geographie und Geologie. I. Ergänzungsheft № 152 zu Peterm. Mitt., 1905, 161 pp., с картой.
- Трофимов И. И. Геоморфологические ландшафты и четвертичные отложения Старичного Поволжья. Изв. Моск. геол. управ., VI, 1940, стр. 57—90.
- Трутнев А. Г. К природе лёссовидных суглинков Северного края. Изв. Геогр. общ., 1936, № 4, стр. 560—577.

- Тугаринов А. Ein fossiler Strauss in Transbaikalien. Докл. Академии наук, 1930, стр. 611—614.
- Тулайков Н. М. Тверской уезд. Почвы. Материалы для оценки недвижимых имуществ Тверской губ., вып. 1, Тверь, 1903.
- Тулайков Н. М. Почвы Муганской степи и их засоление при орошении. Изв. Московск. сельскохозяйств. инст., XII, кн. 2, 1906, стр. 27—255.
- Тумин Г. Дорогобужский уезд. Материалы для оценки земель Смоленской губ., т. IV, вып. 1, Смоленск, 1909. Изд. Смол. губ. зем., с картой.
- Тутковский П. Об озерном и субаэральном лёссе юго-западной части Луцкого уезда. Ежегод. геолог. и минер. России, II, 1897, стр. 51—63.
- Тутковский П. К вопросу о способе образования лёсса. «Землеведение», 1839, № 1—2, стр. 213—311.
- Тутковский П. А. Ископаемые пустыни северного полушария, М., 1910, VIII+373 стр. (прилож. к «Землеведению» за 1909 год).
- Тутковский П. Послетретичные озера в северной полосе Волынской губ. Труды Общ. исследователей Волыни, X, Житомир, 1912, стр. 3—282.
- Тутковский П. А. Географическая экскурсия на озера Баскунчак и Эльтон. «Землеведение», 1916, кн. 3—4, стр. 42—75.
- Тутковский П. Природная районизация Украины. Матер. до райониз. Украины, I, Киев, 1922, изд. Сил.-госп. наук. ком. Укр., стр. 1—79.
- Тюрин И. В. Условия почвообразования и краткое описание почв Чувашской республики. Л., 1935, изд. Почв. инст. Академии наук, 75 стр., с почвенной картой и картой материнских пород.
- Тюрин И. В. и др. Почвы Чувашской республики. Л., 1935а, 327 стр., изд. Академии наук.
- Тюрин И. В. и Тюрин Е. И. О составе гумуса в ископаемых почвах. «Почвоведение», 1940, № 2, стр. 10—21.
- Федоров Б. М. О мезозойских бокситах восточного склона Среднего Урала. Булл. Моск. общ. испыт. прир., отд. геол., XIII, № 1, 1935, стр. 42—69.
- Федорович Б. А. и Кесель А. С. Субаэральная дельта Мургаба. Труды Геоморф. инст. Академии наук СССР, вып. 12, 1934, стр. 21—113 (литература, стр. 115—130).
- Филатов М. М. Журн. засед. Почвен. ком. Моск. общ. с. х., II (1912), 1913, стр. 50.
- Филатов М. М. Очерк почв Московской губернии. М., 1923, изд. Всесоюз. сел.-хоз. выставки, 40 стр., 10-верстн. карта.
- Флоров Н. П. Материалы для характеристики лёсса и почвенного покрова Киевской лесостепи. Материалы по исслед. почв и грунтов Киевск. губ., вып. 4, Одесса, 1916, 202 стр., изд. Киев. губ. зем. упр.
- Flörge N. Die Untersuchung der fossilen Föden als Methode zur Erforschung der klimatischen Phasen der Eiszeit. «Eiszeit», Leipzig, IV, 1927, p. 1—10, 4^o.
- Фрейберг И. К. и Румницкий М. Г. Почвы водосбора верхнего течения р. Десны в пределах Орловской губ. (уезды Брянский, Трубчевский, Севский). Тула, 1910. Изд. Орловск. губ. земства (о лёссе стр. 62—72).
- Free E. E. The movement of soil material by the wind. With a bibliography of eolian geology by S. Stuntz and E. Free. Washington, 1911, 272 pp. Dept. of Agriculture (о лёссе: p. 124—141).
- Хайнский А. Западная часть Алтайского округа. Предв. отчет по исследованию почв Азиатск. России в 1913 году, СПб., 1914, изд. Перессл. упр.
- Хименков В. Г. Краткий очерк геологического строения Бельского уезда Смоленской губернии. Изв. Геол. ком., XXXIII, 1914, стр. 629—677 (о «покрывных суглинках» стр. 652—658).
- Хименков В. Г. Общая геологическая карта Европейской части СССР, лист 43. Калинин—Можайск—Духовщина—Торопец. Труды Моск. геолого-гидрогеодез. треста, вып. 7, 1934, 219 стр.
- Chamberlain Th. and Salisbury R. Geology, III, London, 1909 (о лёссе: p. 405—412).
- Chapman W. Hackberry seeds from the Pleistocene loess of northern China. American Mus. Novitates, No. 283, 1927, 2 pp. (Celtis barbouri n. sp.).
- Чеботарев И. И. О механическом составе лёссовых пород. «Сов. геология», 1939, № 8, стр. 35—42.
- Черный А. П. Переславский уезд. Материалы для оценки земель Владимирск. губ., т. XI, вып. 1, ч. 1, Влад.-на-Клязьме, 1907, изд. Влад. губ. земства.
- Черский И. Д. Геологическое исследование Сибирского почтового тракта от озера Байкала до восточного склона хр. Уральского, Зап. Академии наук, LIX, прил. № 2, 1888.

- Черский И. Д. Описание коллекции послетретичных млекопитающих животных, собранных Новосибирской экспедицией 1885—1886 гг. Записки Академии наук, LXV, прил. № 1, 1891.
- Shaw Ch. F. A preliminary field study of the soils of China. Contributions to the knowledge of the soils of Asia, II, Л., 1932, изд. Декуч. Почв. инст., p. 17—48.
- Швецов М. С. Петрография осадочных пород. М., 1934, 374 стр., 34 табл.
- Scheidig A. Der Löss und seine geotechnischen Eigenschaften. Dresden and Leipzig, 1934, Steinkopff, XII+233 pp.
- Шенберг Г. Г. Сухие туманы и помоха как один из видов их. Труды по сельскохозяйств. метеор., XV, 1915, 162 стр.
- Sherzer W. Criteria for the recognition of the various types of sand grains. Bull. Geol. Soc. America, XXI, 1910, p. 625—662.
- Schmidt Fr. Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammothadavers an den unteren Jenissei ausgesandten Expedition. Mém. Acad. Sc. Pétersbourg, XVIII, No. 1, 1872.
- Schmittthener H. Die chinesische Lösslandschaft. Geogr. Zeitschr., 1919, p. 313.
- Schmittthener H. Probleme aus der Lössmorphologie in Deutschland und in China. Geol. Rundschau, Bd. XXIIIa, 1933, p. 205—217.
- Шредер П. Р. Климат хлопковых районов Средней Азии. «Хлопковое дело», М., 1924, № 11—12.
- Шульгина Л., Берсенева В. и Норкина С. Материалы к микробиологической характеристике почв Туркестана. Труды Инст. сел.-хоз. микробиологии, IV, вып. 2, Л., 1930, стр. 3—51.
- Stenz E. Ueber den grossen Staubfall 26—30. April 1928 in Südosteuropa. Gerlands Beitr. z. Geophysik, XXVIII, 1931, p. 313—337.
- Sturany R. W. A. Obrutschew's Mollusken-Ausbeute aus Hochasien. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl., LXX, 1901, p. 17—48, pls. I—IV.
- Chudeau R. Sahara Soudanais. Paris, 1909, A. Colin, IV+326 pp. (= Missions au Sahara par E.-F. Guittier et R. Chudeau, vol. II).
- Щеглов И. Л. Ледниковые отложения Владимирской губернии. «Почвоведение», 1902, стр. 205—215, с картой.
- Щеглов И. Л. Юрьевский уезд. Материалы для оценки земель Владимирск. губ., IX, вып. 1, ч. 1, Владимир-на-Клязьме, 1903, изд. Влад. губ. земства.
- Щеглов И. Л. Мелевский уезд. Там же, III, вып. 1, ч. 1, Владимир-на-Клязьме, 1903.
- Эдельштейн Я. С. Гидрогеологический очерк Минусинского края. Труды геолого-разведочного объединения, вып. 145, 1931, 51 стр.
- Эдельштейн Я. С. Геологический очерк Минусинской котловины. «Очерки по геологии Сибири», 1932, изд. Академии наук, 59 стр.
- Эдельштейн Я. С. Геоморфологический очерк Минусинского края. Труды Инст. физ. геогр., вып. 22, 1936, 84 стр.
- Юсупова С. М. Рентгено-минералогические исследования лёссов при-ташкентского района. Докл. Академии наук СССР, XXXII, № 8, 1941, стр. 575—577.
- Яворовский П. К. О геологических исследованиях, произведенных в 1893 году в северо-восточной части Минусинского округа и в Ирбинской горнозаводской даче. Горный журн., 1894, т. IV, стр. 238—279 (о лёссе: стр. 253—255, то же в Изв. Геолог. ком., XIV, 1895, стр. 209—211).
- Яворский В. И. и Бутов П. И. Кузнецкий угленосный бассейн. Труды Геолог. ком., вып. 177, 1927, 222 стр., карта.
- Яковлев С. А. Почвы и грунты по линии Армавир-Туапсинской ж. д. СПб., 1914, изд. Деп. землед. (о лёссовидных суглинках стр. 54—68).
- Яковлев С. А. Геоморфология и четвертичные отложения европейской части СССР и ее окраин. «Растительность СССР», изд. Академии наук, I, 1938, стр. 67—96, с картой.
- Якубов Т. Ф. Ветровая эрозия почв в Башкирии и меры борьбы с ней. «Почвоведение», 1945, № 1, стр. 17—28.
- Young C. C. On the new finds of fossil eggs of Struthio anderssoni Lome in North China. Bull. Geol. Soc. China, XII, № 2, Peiping, 1933, p. 145—151.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

КЛИМАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

Геологическая история Земли начинается с момента образования древнейших осадочных пород. Возраст этих, нижнеархеозойских, пород определяют в настоящее время числом от 2 до 3—4 миллиардов лет¹.

Еще недавно было принято думать, что интенсивность солнечного излучения за все время существования солнца непрерывно уменьшается². Однако в настоящее время астрономы считают, что на протяжении всей истории солнечной системы солнце должно было находиться примерно в одинаковом физическом состоянии и потому доставляло Земле приблизительно одинаковое количество тепла³.

Стало быть, в течение всех 2—4 миллиардов лет существования осадочных пород, климат Земли не мог испытать особых, резких изменений, о чем можно судить и по тому, что с наличием осадочных пород неразрывно связана жизнь. Наиболее катастрофические изменения, какие испытывали климаты Земли, это — наступление ледниковых эпох. Оледенения представляют собою одни из самых заметных пароксизмов в истории нашей планеты.

Весьма распространено мнение, что в археозойские времена собственная теплота Земли должна была оказывать гораздо большее влияние чем теперь на температуру поверхности Земли, а также и на температуру воздуха. Однако мнение это неправильно.

В настоящее время, благодаря собственной теплоте Земли, средняя годовая температура поверхности суши повышается всего на 0,1°⁴. Таким образом, влияние внутренней теплоты Земли в современную эпоху ничтожно. Но это же справедливо и для археозоя. Чтобы быть огражденной от воздействия внутренней теплоты Земли, земной коре достаточно иметь мощность всего в несколько десятков метров. Допустим, что некогда на небольшой глубине от поверхности Земли находилась расплавленная

магма. Это предположение весьма спорно, и некоторые геофизики считают, что Земля всегда была холодной, магма же сосредоточена только в отдельных очагах; но на этом мы здесь не можем останавливаться. Как бы то ни было, для того чтобы поверхность Земли получала изнутри такое же количество тепла, какое она получает сейчас от солнца, расплавленная магма должна была бы находиться на глубине уже от 10 до 30 м, смотря по породе, слагающей земную кору. А мощность только одних осадочных пород археозойского возраста местами выражается тысячами метров¹. Это значит, что уже в то время климаты Земли определялись главным образом излучением солнца.

Равным образом и приход тепла на поверхность Земли от распада радиоактивных веществ внутри Земли всегда был ничтожен: согласно Джеффрису², этот приход в десятки тысяч раз меньше количества тепла, получаемого Землею от солнца.

В вопросе о геологических климатах большое значение имеет предположение о допускаемых некоторыми авторами значительных передвижениях земного полюса³. Мы не думаем, чтобы за время геологической истории Земли полюс мог испытать большие перемещения. Как известно, для случая твердой Земли (а по современным взглядам твердость Земли в среднем вдвое больше твердости стали) Дж. Дарвин (1877) доказал, что в течение всей геологической истории Земли перемещения полюса не могли превосходить самое большее 1—3°⁴.

В пользу этого говорит, между прочим, географическое распространение организмов в прошлые эпохи. Так, в настоящее время флора хвойных южного полушария резко разнится от флоры хвойных северного. Но та же картина наблюдается, в общем, и для прошлых геологических периодов⁵; начиная с перми, а особенно с юры, флоры хвойных обоих полушарий резко различны, причем северные хвойные представлены гораздо большим количеством родов и видов чем южные (как и в современную эпоху)⁶.

По нашему мнению, этого не могло бы быть, если бы полюс перемещался: в этом случае наземные флоры южного и северного полушарий смешались бы. Хвойные — это преимущественно деревья умеренных широт; в тропиках они приурочены главным образом к горам. Все это говорит за то, что климатические зоны, во всяком случае с конца палеозоя, располагаются примерно в том же порядке, что и теперь.

Другая проблема, на которой нужно вкратце остановиться, это теория перемещения материков, предложенная Ф. Тэйлором (F. Taylor,

¹ Максимальная мощность археозойских пород (главным образом, осадочных) в Канаде, в области Верхнего озера, достигает 2 700—9 000 м. Максимальная мощность одних археозойских конгломератов в том же районе составляет свыше 2 600 м (F. I. Pettijohn. *Archean Sedimentation*. Bull. Geol. Soc. America, vol. 54, 1943, p. 958, 933).

² H. Jeffreys. *The Earth, its origin, history and physical constitution*. 2-d ed. Cambridge, 1929, p. 144.

³ W. Köppen und A. Wegener. *Die Klimate der geologischen Vorzeit*. Berlin, 1924, IV+256 pp.

⁴ W. D. Lambert, F. Schlesinger and E. W. Brown. *The variation of latitude. «The figure of the Earth»*. Bull. Nat. Research Council, № 78, Washington, Nat. Acad. Sci., 1931, p. 266—267.

⁵ В качестве исключения, можно привести род *Araucaria*, который в ископаемом состоянии (с юры) встречается в обоих полушариях, но с середины третичного периода ограничен в своем распространении южным полушарием. В настоящее время некоторые хвойные южного полушария (например, *Podocarpus*) доходят на север до южной Японии, Кубы и Абиссинии. Но это не меняет общего характера распространения хвойных.

⁶ R. Florin. *The Tertiary fossil conifers of South Chile and their phyto-geographical significance*. K. Svenska Vet.-Akad. Handl., (3), XIX, № 2, 1940, p. 69, 91.

¹ A. Holmes. *The age of the Earth*. London, 1937, p. 213, 241.—Э. К. Герлинг. К вопросу о возрасте Земли по радиоактивным данным. Доклады Академии наук СССР, XXXIV, № 9, 1942, стр. 281—284.

² См. например, F. Nölke. *Das Klima der geologischen Vorzeit*. Peterm. Mitteil., 1928, p. 193—196.

³ H. Jeffreys. *The origin of the solar system. «Internal constitution of the Earth. Physics of the Earth»*, VII, New York and London, 1939, p. 21 (в течение 10 миллиардов лет солнце в результате излучения могло потерять лишь 1/2000 своей массы).—В. Г. Фесенков. Космогония солнечной системы. М., 1944, стр. 63, изд. Академии наук СССР.—Ср. также выше, стр. 22.

⁴ H. A. Pan-Süning. *Lehrbuch der Meteorologie*, 5-е изд., вып. 1, Лейпциг 1937, p. 8.

1910) и А. Вегенером (А. Wegener, 1911, 1917)¹. Теория эта, нашедшая много сторонников, лишена однако физического основания. Известный геофизик Джеффрис (Jeffreys, 1929, 1935) высказывает по этому поводу следующие соображения: Нет никаких физических доказательств, говорит он, для подтверждения взгляда Вегенера о горизонтальном смещении материков. Геофизика не знает таких сил, которые были бы в состоянии осуществить подобное перемещение участков суши. Наибольшая из известных сил, действующих в горизонтальном направлении, могла бы произвести смещение материков к экватору, т. е. вызвала бы скопление материковых масс в виде пояса у экватора. Все это противоречит построениям Вегенера. Помимо того, эта теория требует такой малой вязкости того материала, в котором плавают, согласно Вегенеру, материка, что Земля должна была бы вести себя в отношении приливо-отливных сил как жидкое тело. Существовали бы не океанические приливы и отливы, а магматические, чего, как мы знаем, нет. «Думать, что могли происходить перемещения материков по литосфере, нет ни малейшего основания», — говорит Джеффрис². Приливо-отливное трение было бы в состоянии оторвать Америку от Старого света, но на это потребовалось бы 10^{17} лет, — время, которым не располагает вся галактика³. Не невозможно, что перемещалась земная кора, как целое, вокруг внутренности Земли, но такого рода движение не могло превысить 5° по широте в течение всей истории Земли⁴.

Единственно, что на первый взгляд говорит в пользу теории Вегенера, — это зеркальное сходство очертаний восточного берега Южной Америки и западного берега Африки. Однако Джеффрис указывает⁵, что все же невязка между выступом Южной Америки в области мыса С.-Роке и Гвинейской бухтой Африки составляет около 15°. Кстати отметим, что ван-Беммелен объясняет сходство очертаний западных и восточных берегов Атлантического океана как результат опусканий, происшедших параллельно простиранию подводного атлантического хребта⁶.

Если принять во внимание общее сходство очертаний: 1) Кордильер, 2) восточных берегов Америки, 3) подводного атлантического хребта, 4) западного берега Африки, то, по нашему мнению, следует признать, что причина этого сходства лежит в каких-то напряжениях, происходящих в недрах земной коры, а вовсе не в расположении материков.

Но есть и другие, пока загадочные, явления в подводном рельефе Атлантического океана, которые никак нельзя объяснить теорией расположения материков. Мы имеем в виду замечательные сходства в подводном рельефе между северной и южной частью Атлантического океана, на что обратил внимание Шгилле⁷.

Наиболее привлекательна теория раздвижения материков для биогеографов, так как если бы она была правильна, то могла бы — так, по крайней мере, думали — объяснить некоторые черты сходства между фауной и флорой Южной Америки и Африки. Однако первоначально,

¹ Русский перевод: А. Вегенер. Возникновение материков и океанов. М., 1925.

² Jeffreys, I. c., 1929, p. 304.

³ Там же, p. 322.

⁴ Там же, p. 305.

⁵ Там же, p. 322.

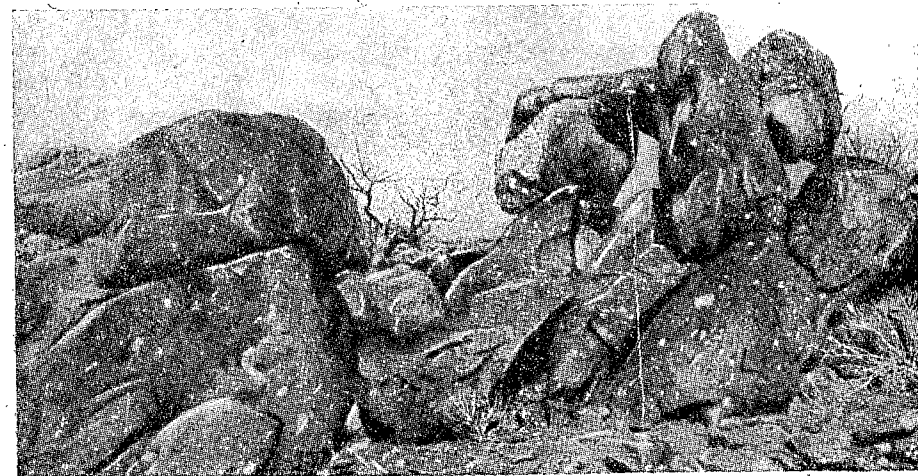
⁶ R. W. van Bemmelen. Das Permanenzproblem nach der Undationstheorie. Geol. Rundschau, XXX, № 1—2, 1939, p. 19. — Он же. Die Undationstheorie und ihre Anwendung auf die mittelatlantische Schwelle. Zeitschr. deutsch. Geolog. Gesell., vol. 85, No. 10, 1935, p. 776.

⁷ H. Stille. Kordillerisch-atlantische Wechselbeziehungen. Geol. Rundschau, XXX, № 3—4, 1939, p. 317—325.

в 1920 году, Вегенер считал, что соприкосновение Южной Америки с Африкой осуществлялось в эоцене. Но в изданиях своей книги, вышедших в свет в 1922 и 1929 годах, он перенес это время на меловой период. Таким образом, согласно новым взглядам Вегенера, оба материка в течение всего третичного времени были разъединены: раздвижение произошло незадолго до середины мелового периода. Прибавим, что, по данным геологии, Атлантический океан существовал еще в нижнемеловое время¹.

Юрское же примыкание ничего не дает для объяснения современного распространения животных и растений².

Переходим теперь к краткому описанию климатов геологического прошлого. Но предварительно заметим, что докембрийское время мы делим,



Археозойский тиллит Чуос (система Дамара). Юго-западная Африка (Геверс и Беатс).

как ныне общепринято, на две эры, более древнюю — археозой (или архей) и более молодую — протерозой.

Археозой. В высокой степени замечательно, что еще во время верхнего археозоя некоторые области Земли испытали оледенение. Таковое известно в обоих полушариях — в юго-западной Африке и в Северной Америке, в области Великих озер.

В юго-западной Африке археозойский комплекс состоит из двух отделов — нижнего и верхнего. Более молодой отдел (система Дамара) сложен главным образом осадочными, более или менее метаморфизованными породами. Мощность системы Дамара громадна. Ближе к началу, чем к концу ее, располагается серия Чуос, представленная донной мореной (тиллитом) громадной мощности — до 500 м, а также метаморфизованными водно-ледниковыми отложениями, между прочим — ленточными глинами³. Эти последние породы очень похожи на подобные же слоистые образования в археозое Финляндии, достигающие большой мощности и некоторыми

¹ E. Hennig. Geol. Rundschau, XXX, № 1—2, 1939, p. 82. Ср. также H. Stille. L. c., 1939, p. 337, 338. В раннетретичное время Атлантический океан был на всем протяжении прекрасно выражен и имел приблизительно такие же размеры, как и теперь (Stille, p. 336).

² О теории Вегенера см. также Л. С. Берг. Изв. Геогр. общ., 1947, № 4, ж Вестник Ленингр. ун-в., 1946, № 4—5.

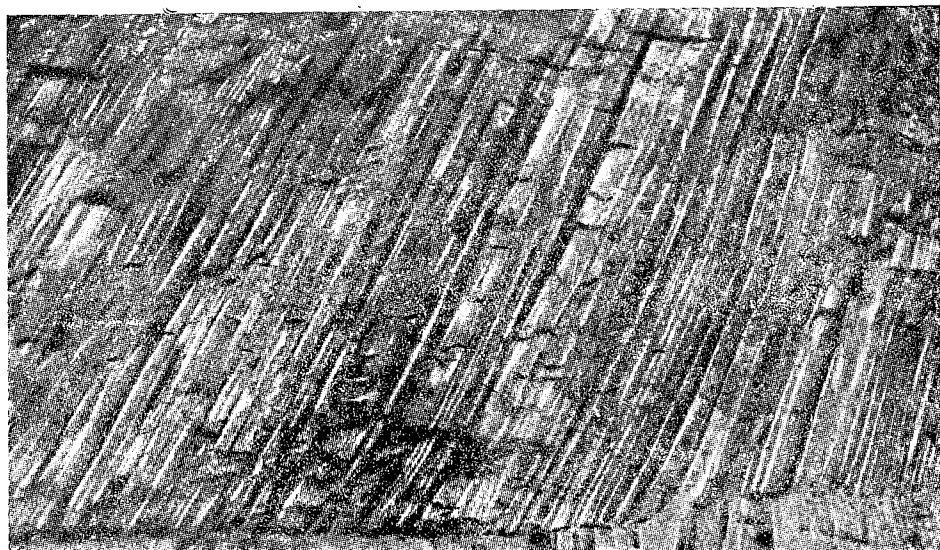
³ Т. В. Геверс и В. Беатс. Додвайские ледниковые периоды в южной Африке. Труды XVII Международного геологического конгресса (1937), VI, 1940, стр. 78.

исследователями признаваемые за ленточные глины, аналогичные четвертичным. Археозойские тиллиты юго-западной Африки представляют собой донную морену обширного материкового оледенения, отложенную на непепленизованной поверхности археозойского материка. Нет оснований думать, чтобы это оледенение было горного типа.

В верхнеархеозойских отложениях восточной Канады (провинция Онтарио) тоже развиты великолепно выраженные слоистые породы, по внешнему виду поразительно напоминающие четвертичные ленточные глины¹.

Протерозой. Протерозой делят на два периода: нижний, или *г у р о н*, и верхний, или *к ь ю и н о* (Keweenawan).

В среднегуронских отложениях области Великих озер, в Канаде, тиллиты занимают громадную площадь—свыше 1 500 км с запада на восток



Метаморфизованные ленточные глины, налегающие на тиллит Чуос в юго-западной Африке; пустыня Намиб (Геверс и Беэте).

и свыше 1 200 км с севера на юг. Это оледенение распространялось по низменной стране, лишенной возвышенностей².

Еще более внушительным было верхнепротерозойское оледенение, приходящееся на время, переходное между протерозоем и низами кембрия и обозначаемое самыми разнообразными именами—липальской системы, инийской системы, гиперборейской формации, зокембрия. Следы этого оледенения отмечены по всей Земле—и в северном, и в южном полушарии. Оно известно в Гренландии, на Шпицбергене, в северной Европе, на западном склоне Южного Урала³, в Китае на юг до 26° с. ш.⁴, во всей

¹ См. А. Р. Coleman. Ice ages recent and ancient. New York, 1926, p. 235.—Некоторые авторы (Eskola, 1932) выражали сомнение в ледниковом происхождении этих слоистых археозойских образований. Однако и Eskola вынужден признать, что «эти археозойские осадки так близки к соответствующим плейстоценовым отложениям, что им следует приписать аналогичное происхождение, т.е. выветривание и отложение в умеренном или холодном климате» (Pettijohn L. c., 1943, p. 952).

² Coleman L. c., p. 224.

³ Л. Лунгерсгаузен. О некоторых особенностях древних свит западного склона южного Урала. Доклады Академии наук СССР, ЛП, № 2, 1946, стр. 160.

⁴ Дж. С. Ли и И. И. Ли. Синийское оледенение Китая. Труды XVII Международ. геолог. конгресса, VI, М., 1940, стр. 37.

Австралии, в Африке от тропиков до самого юга, наконец, повидимому, на западе Северной Америки.

Такое повсеместное распространение—от современных полярных стран до тропиков—говорит о том, что это оледенение нельзя приписать перемещениям полюса или передвижениям материков. Необходимо принять изменение климата, охватившее всю Землю вплоть до тропиков, где, впрочем, верхнепротерозойское оледенение принадлежало, повидимому, в значительной степени к горному типу.

У нас это оледенение хорошо известно для Мурмана, именно для Рыбачьего полуострова. Оно распространяется и в пределы Норвегии (Варангер). В этих местах ледниковые отложения (тиллиты) подчинены свите, расположенной между самым верхним протерозоем (иотнием) и самым нижним кембрием¹.

Есть основания думать, что верхнепротерозойское оледенение, по крайней мере в Австралии, было многократным: местами здесь можно наблюдать два или даже три горизонта валунных отложений. Так, к северо-востоку от Питерборо, на юге Виктории в горе Грандджер обнажаются два горизонта тиллитов, разделенных громадной толщей осадочных пород, мощностью не менее 2 300 м; верхний тиллит имеет мощность в 230 м². В других местах—севернее и южнее Аделаиды тоже можно видеть два и даже три горизонта валунных отложений.

Верхнепротерозойский ледяной покров Австралии занимал площадь в несколько миллионов квадратных километров. Направление движения ледникового покрова было, в общем, с юга на север. На севере тиллиты лежат непосредственно на археозойском фундаменте, на юге же (например, в районе Аделаиды) отделены от кристаллического основания значительной толщей осадочных пород верхнепротерозойского возраста—так называемой нижнеаделаидской серией, в которой обнаружены остатки примитивных членистоногих.

В Юте, в горах Wasatch, тиллит верхнепротерозойского возраста, подчиненный свите Ункапагр и достигающий мощности свыше 120 м, заключает валуны в 1—1,5 м в поперечнике, иногда до 3—6 м и выше³. Тиллит связан с тонкослоистыми, ленточными сланцами, напоминающими своей слоистостью современные ленточные глины. Подобные образования (тиллиты и сланцы) описаны и из других мест, например с берегов и островов Б. Соляного озера.

Наличие оледенений в докембрийское время свидетельствует о том, что тогда климаты Земли были такого же типа, что и в течение четвертичного периода. Мало того, тогда существовали короткие климатические периоды такой же приблизительно периодичности, как и в настоящее время: верхнему протерозою западного склона южного Урала подчинены катавские ленточные мергели, обладающие ясной сезонной слоистостью; по этим мергелям оказалось возможным установить наличие 30—35-летних (а также 5—6-летних) климатических периодов⁴.

Кембрий. В кембрийское время, если судить по остаткам морской фауны, климат кажется повсюду более или менее однообразным.

¹ А. А. Полканов. Гиперборейская формация полуострова Рыбачий и острова Кильдин (Кольский полуостров). «Проблемы сов. геологии», 1934, № 6, стр. 201—220.—Геологический очерк Кольского полуострова. Труды Аркт. инст., том 53, 1936, стр. 76.

² В. Р. Броун. Позднепротерозойское (?) оледенение в Австралии. Труды XVII Международ. геолог. конгресса (1937), VI, М., 1940, стр. 68.

³ Н. Хиндс. Позднедокембрийские отложения Северной Америки. Труды XVII Международ. геолог. конгресса (1937), VI, М., 1940, стр. 49.

⁴ Лунгерсгаузен, 1946, I. c., стр. 160.

Впрочем, некоторые, принимая перемещение полюсов, признают известное расчленение на зоны¹. Основанием служит распространение археоциатов, своеобразных, обычно строящих рифы, организмов, одними относимых к губкам (Тейлор, Вологдин), другими—к кораллам. Археоциаты имеют всеветное распространение, от 72° с. ш. до Антарктики². Сибирское нижнекембрийское море было теплым, судя по мощному накоплению известковых осадков. В первой половине среднекембрийского времени в области теперашнего Среднесибирского плоскогорья, отлагались мощные слои гипса, ангидрита, а также соли натрия, кальция, магния, калия. Очевидно, климат был жаркий и засушливый³. По мнению А. Г. Вологдина, в кембрии жаркой зоной на Земле была полоса, тянувшаяся в восточно-северо-восточном направлении от Ферганы и горного Алтая к Чукотскому полуострову. Между тем в других областях Земли климат был не жаркий. Таким образом, повидимому, в кембрии были уже намечены климатические зоны.

Силур. По общепринятому мнению, в течение силура климат на всей Земле, повидимому, был более или менее равномерным. В качестве примера можно было бы привести распространение рода зеленых известковых водорослей *Cycloninus*. Они известны из нижнего силура (ордовисия)—с одной стороны Гренландии под 80° с. ш., а с другой—Гималаев, южнее 32° с. ш.⁴ Однако вспомним, что и многие современные морские растения имеют очень широкое распространение. Таковыми обладает, например, биполярная «морская трава», цветковое *Zostera*. Широчайшим распространением пользуются морские зеленые водоросли *Ulva* и *Enteromorpha*.

Но допустим, что в силуре между 80 и 32° с. ш. не было больших климатических различий.

Является вопрос: чем может быть вызвана равномерность климата от тропиков до высоких широт? Ведь, при любой интенсивности солнечной радиации и при любом наклоне земной оси, количество тепла, получаемое экватором и полюсами, должно быть различно, и в результате должны обнаружиться климатические пояса. Нужно отметить, прежде всего, что следует говорить лишь об относительной равномерности. Так, силурийские кораллы с Гриннелевой земли обнаруживают карликовый рост⁵; свидетельствуя тем, что климатические условия были не особенно благоприятны для их развития. Большая или меньшая равномерность климата может обуславливаться, особенно для морской фауны, иным распределением материков и морей, высот и глубин, а следовательно, иным распределением барометрических максимумов и минимумов, ветров, течений и так далее. Представим себе, что между Гренландией и Европой залегает сплошной перешеек; в этом случае Гольфстром не смог бы попадать в Баренцево море, и климат Мурмана был бы гораздо суровее; кроме того, упомянутый барьер преграждал бы холодным полярным водам доступ к югу, благодаря чему температура умеренных широт и тропиков была бы выше; таким образом, разница между зонами в этих условиях была бы

¹ E. D a s c h e. Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena, 1915, p. 400.

² А. Г. Вологдин. Археоциаты Сибири. I, 1931, стр. 101, изд. Глав. геолого-развед. управл.

³ А. Г. Вологдин. О климате северной Азии в кембрийский период. Труды XVII сессии Междунаро. геолог. конгресса (1937), VI, М., 1940, стр. 145.

⁴ Там же, стр. 146.

⁵ Ю. П и а. Древнепалеозойские известковые водоросли как показатели климата. Там же, 1940, стр. 168.

⁶ J. W. G r e g o r y. Climatic variations, their extent and causes. Congrès géolog. intern., X-me session, Mexico (1906), fasc. 1, 1907, p. 412.

очень значительна. Напротив, уничтожение этого перешейка повлекло бы за собою смягчение контрастов между экватором и полюсом; контраст стал бы еще меньше, если бы температура повысилась до того, что ледниковый покров Гренландии растаял бы. Одним словом, комбинация ряда благоприятных условий может обусловить наличие равномерного—до известной степени—климата.

Еще один пример. В настоящее время северное полушарие имеет зиму в перигелие, а южное—в афелие. Следовательно, нужно было бы ожидать, что в северном полушарии разница между зимой и летом будет несколько сглажена и получится более умеренный климат; напротив, в южном—эта разница будет увеличена, усиливая противоположность между зимой и летом. На самом же деле мы видим обратное. По вычислению Ганна, средние температуры января и июля в обоих полушариях таковы:

	январь	июль
Северное полушарие . .	8,0°	22,5°
Южное полушарие . .	17,3	10,3

Годовая амплитуда в северном полушарии 14,5°, а в южном—всего 7,0°, т. е. климат южного полушария гораздо умереннее климата северного: северное полушарие имеет холодную зиму и жаркое лето, южное—умеренную зиму и прохладное лето. Причина заключается в том, что в северном полушарии сравнительно много суши и мало воды, в южном же—резко преобладает вода.

Однако в доказательство существования климатических зон в силуре можно привести наличие в те времена ясно выраженных засушливых областей. Так, в конце верхнего силура (или готландия) в Северной Америке, на протяжении от Мичигана до Пенсильвании, господствовал пустынный климат, и в здешнем внутреннем «море» в это время отлагались громадные толщи соли и гипса, давшие начало формации *Salina*. На юго-западе эта формация сменяется наземными образованиями—красными глинами¹.

Девон. О климатах девонского периода пока известно очень мало. Обращают на себя внимание условия образования древних красных песчаников (Old red sandstones), относящихся к нижнему, среднему и верхнему девону. В них одни видят отложения пустынь, другие—лагун, третьи—дельтовые осадки. В отношении древнего красного песчаника Шотландии Флетт приходит к таким выводам²: характер этих пород позволяет предполагать климат, в котором выпадали обильные дожди, прерывавшиеся засухами. Последние могли продолжаться недели и даже месяцы. Указаний на существование оледенений или продолжительных морозов нет. В общем климат был теплый, но не жаркий. В Шотландии средняя годовая температура была, во всяком случае, не ниже современной. К сожалению, флоры древнего красного песчаника не дают, по мнению Сьюрда³, никаких достоверных указаний на климат того времени. С другой стороны, температурные зоны должны были тогда существовать—таков взгляд Сьюрда.

Корн³ обнаружил в верхне-девонских слоистых осадках Тюрингии, помимо сезонной слоистости, еще перемежаемость слоев, соответствующую

¹ Есть основания думать, что засушливые зоны существовали еще в верхнепротерозойское время (см. Л. С. Берг. Четвертичные лессы. «Землеведение», 1947).

² Д ж. Ф л е т т. Труды XVII Междунаро. геолог. конгр. (1937), VI, М., 1940, стр. 183.

³ Н. К о р н. Schichtung und absolute Zeit. Neues Jahrbuch Geol., Mineral, Paläont., Beil.- Bd., Abt. A. Bd. 74, Heft 1, 1938, p. 114.

11-летнему периоду солнечных пятен. Следовательно, в те времена состояние солнца было таково же, что и в настоящее время.

Карбон. Каменноугольный период, как показывает название, отличается мощным отложением каменных углей. Угли, как известно, делятся на два типа—с апропелевые, в образовании которых принимала участие низшая, обычно водная, растительность, и гумусовые, получившие начало из высшей и притом наземной растительности. Сапропелевые угли отлагались с самого начала геологической истории Земли, гумусовые известны с верхнего силура¹. Но впервые значительные накопления гумусовых углей наблюдаются в самых низах карбона, именно в нижнем турне. К этому возрасту у нас относится берчогурское месторождение в Мугоджарах. В среднем и верхнем карбоне углеобразование достигает громадных размеров; на весь каменноугольный период приходится 23,7% мировых запасов углей; из них на средний и верхний карбон падает 22,2%, причем один только московский или вестфальский ярус среднего карбона доставляет наибольшее количество каменного угля (США и Европа вплоть до Донецкого бассейна на востоке)².

Некоторые (Готан) считали, что каменный уголь мог откладываться только в условиях влажного и умеренного климата, основываясь на том, что и в современную эпоху торф образуется в умеренной, но не в тропической зоне. Однако мы знаем теперь, что и в тропиках есть обширные болота в Африке, на Суматре и в других местах³. Кроме того отсутствие колец в древесине каменноугольных деревьев свидетельствует о том, что рост происходил в течение всего года, не прерываясь ни холодным, ни засушливым сезоном. Наконец, и морфологические признаки каменноугольных растений говорят о теплом климате, в котором они произрастали. К этому выводу приходит в настоящее время большинство специалистов⁴.

Климатические зоны на земле хорошо обнаруживаются в среднекарбонное время. По взглядам А. Н. Криштофовича, в течение карбона постепенно выработались три типа растительности: экваториально-тропический, тип зоны северного умеренного климата, где развилась тунгусская флора, и тип зоны южного умеренного климата, или гондванский. Для последней характерны папоротники *Glossopteris*. Другие авторы считают флору Гондваны пермской.

Замечательно, что верхнекарбонное (а по другим нижнепермское) время отличается развитием мощного оледенения, особенно хорошо выраженного в южном полушарии. Многочисленные, прекрасно выраженные следы этого оледенения известны в южной Африке, начиная от Капской колонии и на север до экватора, в южной Австралии, в Аргентине и Бразилии. Хорошо описаны ледниковые отложения Индии, приуроченные к низам уральского яруса карбона.

В северном полушарии верхнепалеозойское оледенение, повидимому, было развито гораздо слабее чем в южном. Помимо Индии следы его указываются в Северной Америке—по атлантическому побережью Соединенных

¹ В. А. Захаревич. Палеозойские угли северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов. Труды Узбекстанского филиала Академии наук СССР, геология, вып. 2, 1941. Возраст этих углей не моложе яруса лудлоу, возможно—уинлок.

² П. И. Степанов. Геология месторождений ископаемых углей и горючих сланцев, Л., 1937.

³ См. например, почвенную карту Африки, составленную З. Ю. Шокальской («Почвоведение», 1944, № 9).

⁴ М. Залесский. Очерк по вопросу образования угля. Петроград, 1914, стр. 71.—Ю. А. Жемчужников. Общая геология каустобиолитов, Л., 1935, стр. 65.—А. Н. Криштофович. Палеоботаника. 3-е изд., Л., 1941, стр. 353.

штатов (особенно—у Бостона) и в Аляске¹. Причину более слабого оледенения северного полушария Кольман² склонен видеть в тогдашнем более океаническом характере этого полушария и в наличии теплых течений, направлявшихся к северу. Как бы то ни было, в конце карбона похолодание заметно и в северном полушарии. Так, у кордаита (голосеменное) *Dadoxylon amadokense*, из самых верхов каменноугольной системы Донецкого бассейна, нередко заметны годовые кольца в древесине, что свидетельствует о наличии холодного сезона. Между тем древесина одного нижнекарбонного вида *Dadoxylon*, описанного Готаном со Шпицбергена, лишена сезонных колец. Согласно М. Д. Залесскому, похолодание в северном полушарии произошло в самом конце карбона³. Кокен⁴ принимал, что в Индии, в горах Аравалли, где найдены следы интенсивного верхнепалеозойского оледенения, высоты достигали тогда не 500 м, как в настоящее время, а свыше 4000 м. Однако вряд ли это предположение соответствует действительности. По крайней мере известно, что южно-африканское оледенение того же возраста распространялось по низменной стране.

В отношении этого последнего оледенения известный географ У. М. Дэвис⁵ в свое время показал, что оно не могло быть вызвано ни поднятием суши, ни изменениями в распределении суши и моря, ни переменами в направлении морских течений. Причину оледенения Дэвис склонен искать в общем понижении температуры воздуха на Земле, ибо иначе трудно представить себе накопление снегов на низменности под 25° широты. При этом в южной Африке летом в те времена должны были, вместо теперешних дождей, выпадать снега, а зима отличалась большой суровостью и сухостью.

В бассейне Конго под 1° ю. ш. наблюдались два яруса верхнекарбонных валунных отложений, причем нижнее из этих оледенений выражено, в свою очередь, двумя фазами⁶.

Пермь. В пермское время обнаруживаются явные признаки наличия на земле засушливых зон. В Европе место господствовавших в каменноугольное время влажных лесов из плауновых и папоротникообразных занимают в нижней перми леса из сухолюбивых хвойных деревьев *Walchia*, принадлежащих к семейству араукариевых, близкому к сосновым (некоторые рассматривают араукариевые как подсемейство сосновых). Вальхия распространена и в нижней перми Северной Америки (*Hermit shales*), а также на Кавказе, в Приуралье и в Чаткальском хребте.

¹ Coleman, 1926, p. 176—181.

² Там же, p. 183.

³ М. Д. Залесский. О климатических поясах земного шара в карбоне и перми. Тр. XVII Междунар. геолог. конгр. (1937), VI, М., 1940, стр. 206.

⁴ E. Koken. Indisches Perm und die permische Eiszeit. Neues Jahrbuch f. Mineral., Festband, 1907, p. 543.—Современные индийские геологи относят верхнепалеозойское оледенение Индии на верхнекаменноугольное время, именно на низы свиты талчир (уральский, или стефанский ярус). См. Фокс (C. S. Fox). Климаты гондванского материка в течение гондванской эры в индийской области. Труды XVII Междунар. геолог. конгр. (1937), VI, М., 1940, стр. 213.—Б. Сахни, там же, стр. 284.

⁵ W. M. Davis. Observations in South Africa. Bull. Geol. Soc. America, XVII, 1906, p. 413—420.

⁶ Н. Бутаков. Двайское оледенение и эпигляциальные отложения эока в бассейне Конго. Труды XVII Междунар. геолог. конгр., VI, М., 1940, стр. 265.—По мнению Бутакова (стр. 270), конгское оледенение двайского времени, в отличие от одновременного материкового южно-африканского, было другого типа—высокогорного: ледники Конго более походили на ледники Аляски. Этим объясняется то обстоятельство, что в Родезии и юго-восточной Африке нет следов соответственного верхнепалеозойского оледенения.

А. Н. Криштофович называет вальхию «арчой (*Juniperus*) палеозоя»¹. Напротив, в Китае сухой климат наступил в верхнепермское время.

В пермское время пустыни имели не меньшее распространение на Земле чем в современную эпоху. Из нижней и верхней перми, как в Европе, так и в Северной Америке, известны мощные отложения каменной соли, гипса и ангидрита, местами хлористого калия (сильвина). Знамениты месторождения солей в Соликамске, подчиненные кунгурскому ярусу нижней перми; отложения солей в Стассфурте подчинены цехштейну (верхняя пермь).

Среднюю температуру рапы, из которой происходила садка соликамских более богатых хлористым калием сильвинитов и карналлитов П. Чирвинский² исчисляет в 17—18 и до 20°. При этом садка хлористого натрия шла в жаркое время года, а хлористого калия—в холодное. Для отложения цехштейновых калиевых солей Германии принимают температуру садки в 25°. Различною температура регулярно поднималась до 17—18° и даже до 20—25°, стало быть климат тех времен был жаркий и сухой.

Явные признаки засушливости несет кунгурская флора Урала, флора цехштейна Европы и нижнепермских красных глинистых сланцев *Hermite shales* области каньона Колорадо (верхи нижней перми).

Между тем на значительной территории Азии климат оставался влажным, и зона с *Walchia* не простиралась в нижнепермское время до восточной окраины тогдашней Азии. В конце пермского и начале триасового времени засушливый климат распространяется и на некоторые области Азии³.

В пермское время были хорошо выражены климатические пояса. Тогда как в одних местах господствовал климат пустыни, в других, отличавшихся влажным климатом, накапливались мощные толщи каменных углей. Напомним, что пермское углеобразование доставило 17% мировых запасов углей. В СССР пермские угли господствуют, составляя до 57% запасов нашей страны (Кузнецкий бассейн, Тунгусская угленосная область).

В зоогеографическом отношении можно различить б о р е а л ь н у ю область на севере и э к в а т о р и а л ь н у ю, приуроченную к морю Тетис.

Триас. В течение нижнего и среднего триаса в Европе и Северной Америке продолжали существовать условия засушливого климата. Растительность яруса пестрых песчаников (нижний триас) Германии носит ясно выраженный отпечаток пустынного климата. Здесь росла *Pleuromeia*, из плауновых—типичный ксерофит песков, высотой около 1 м, с колючими, напоминающей сцилларии. По общему облику растение походило на кактус. Между прочим оно известно из нижнего триаса острова Русского у Владивостока. Далее надо упомянуть о хвойном *Voltzia*—тоже показателе засушливого климата.

Растительность самого верхнего триаса (рэт) носит в Европе отпечаток влажного и, повидимому, теплого климата.

Юра. Юрская флора имеет в общем однообразный характер. Однако, говорит А. Н. Криштофович⁴, «средняя и северная Сибирь питали расти-

¹ А. Н. Криштофович. Происхождение и развитие мезозойской флоры. Труды юбилейной сессии Ленингр. ун-в., секция геолого-почвен. Л., 1946, стр. 101.

² П. Н. Чирвинский. Физико-химический подход к характеристике палеоклиматов. «Природа», 1943, № 1, стр. 60—62.

³ А. Н. Криштофович. Ботанико-географическая зональность и этапы развития флоры верхнего палеозоя. Известия Академии наук СССР, серия геологич., 1937, № 3, стр. 400.

⁴ Палеоботаника, 1941, стр. 389.

тельность более умеренного состава—без саговниковых или с небольшим числом их, но зато с преобладанием гинкговых, тогда как Европа и особенно ее западная часть давала приют гораздо более теплолюбивой флоре, где количество гинкговых было очень незначительно».

Юрская флора Новосибирских островов и Земли Франца-Иосифа «говорит об умеренном или прохладном климате», у деревьев ясно обнаруживаются годовичные кольца¹.

Из Антарктики известна среднеюрская флора с земли Грэма (*Graham Land*), под 63° 15' ю. ш. Она дает возможность судить о флоре, господствовавшей в те времена на антарктическом материке. Здесь были богато представлены папоротникообразные, саговники, беннетиты, хвойные (*Agassizaceae*, *Podocarpaceae*)². Все это свидетельствует об умеренном климате Антарктики того времени. Вообще для дочетвертичного времени в Антарктике не обнаружено следов обширных оледенений материкового типа³.

Установить климатические зоны для юрского времени, руководясь морской фауной, в настоящее время затруднительно.

Мел. В нижнем мелу мы встречаем более или менее резкую климатическую зональность, причем ясно намечается умеренный пояс южного полушария. Геологи считают, что уже с нижнего мела пустыни начинают господствовать в Центральной Азии (Norin, 1941). Климатические зоны хорошо выражены и в верхнемеловое время; стоит упомянуть о средиземно-экваториальной зоне, где распространены строящие рифы рудисты, кораллы, неринеи, некоторые типичные аммониты и проч. Что это расчленение климатическое, а не фацимальное, видно из того, что на севере (в Германии, южной Англии, южной Швеции) спорадически встречаются рудисты, но в мелких формах, свидетельствующих о неблагоприятных климатических условиях⁴.

В сеноне климатические зоны выступают совершенно ясно вследствие распространения в умеренных широтах белемнитов из родов *Belemnites* и *Actinocamax*, отсутствующих в тропиках. Представители первого рода водились в верхнемеловое время в Европе, местами в западной Азии, в Северной Америке (на север до Аляски); отсутствуют в тропиках и снова появляются в южном полушарии, в Квинсленде—в форме, близкой к *Belemnites mucronata*. Подобным образом и верхнемеловая флора Арктики носила отпечаток умеренного климата (Криштофович).

Следов ледниковых явлений для мелового периода неизвестно.

Третичный период. В третичное время, как и в меловое, были хорошо выражены климатические пояса. Замечательно, что в палеоценовое время (предшествовавшее эоцену в узком смысле слова) в морях, покрывавших части Франции и Англии, жили моллюски, характерные для бореальных морей (*Astarte*, *Axinus*, *Cyprina* и другие). Между тем значительно более теплыми были палеоценовые моря Среднего Поволжья, а фауна, встречаемая в «коровых» Поволжья (нижнесаратовский ярус), носит даже тропический отпечаток. Палеоценовая флора Поволжья была субтропической; климат страны, которую она населяла, был равномерно-теплый и влажный, приблизительно такой, какой сейчас на юге Японии, в юго-восточном Китае или в горах Явы на высоте приблизительно 2 000 м.

¹ Криштофович. Палеоботаника, 1941, стр. 396.

² R. Florin. The Tertiary fossil conifers of South Chile and their phytogeographical significance. K. Svenska Vet.-Akad. Handl., (3), XIX, № 2, 1940, p. 29—32.

³ Там же, p. 86.

⁴ Dacqué. L. c., p. 424.

Здесь росли пальмы и папоротники, Scitamineae¹, вечнозеленые дубы, лавровые деревья, падубы. Это были вечнозеленые густые леса, среди которых однако встречались, как и ныне в Китае или Японии, также формы более умеренного климата с опадающими листьями, каковы: буки, березы, дубы, тополи, ясени².

В эоцене в Европе уже господствует тропический тип растительности. Но о том, что климатические зоны были выражены, можно судить по сильному развитию нуммулитов и коралловых рифов в средиземно-тропической зоне и отсутствию их в северных широтах (наличие нуммулитов в Англии, Гренландии и Новой Зеландии объясняют теплыми течениями). Однако в эоценовое время климатические пояса были менее резко выражены, чем в верхне-меловое; климат Европы был значительно теплее нынешнего.

На Украине, у Вознесенска, во время верхнего эоцена, росли пальмы *Nira*, ныне распространенные в Индокитае, на Филиппинских островах и в Индо-малайском архипелаге. Антарктика (остров Сеймура под 64° 16' ю. ш., острова Кергелен под 48° 30'—50° ю. ш.) в эоценовое время была покрыта хвойными лесами из араукариевых и подокарповых, что свидетельствует об умеренном климате³. В верхнем эоцене Волыни найдены в изобилии пальма *Sabal ussainica*, секвойя (*Sequoia*), лавр (*Cinnamomum*), наряду с деревьями с опадающей листвой; средняя годовая температура была 16—17° С.

Замечательно, что в Туркестане в верхнеэоценовое время уже существовали засушливые условия. В Туркмении, между реками Тедженем и Мургабом, близ озера Ер-ойлан-дуз обнаружены остатки узколистных и мелколистных растений верхнеэоценового возраста⁴; это были деревья и кустарники, характерные для сухих областей. Здесь найдена *Dryandra schranki*, ископаемый представитель современного рода *Dryandra*, относящегося к двудольным из семейства Proteaceae, ныне распространенного в Австралии, Капской земле и юго-восточной Азии. Возможно, что тогда уже в средней Азии расстились пустыни или саваны⁵. Как полагают, воспоминанием об этом времени в современной флоре Туркестана служат, например, следующие виды: 1) *Niedzwedzia semiretschenskia*, описанная из Чу-илийских гор. Это растение, принадлежащее к семейству Pedaliaceae, близко к некоторым южноафриканским видам. 2) *Asparagus turkestanicus*, растущий в Каракумах и Кызылумах. Эта спаржа имеет сходство с некоторыми видами спаржи из Капской области. 3) *Cleome Gordjagini* из семейства каперсовых (Capparidaceae)—вид, родственник одному австралийскому роду⁶.

В олигоцене в Европе снова наступило охлаждение, но все же, наряду с формами умеренного климата, каковы ива, тополь, береза, ольха, орешник, граб, бук, каштан, виноград и другие, встречаются и тропические пальмы, *Cinnamomum*, хлебное дерево (*Artocarpus*), древовидные лилейные *Dracaena draco* и прочие.

У олигоценовых деревьев средней Европы годовые кольца выражены так же хорошо, как и у современных.

¹ К этому порядку относятся банан, имбирь.

² А. К р а с н о в. Начатки третичной флоры юга России. Труды Харьковского общ. ест., XLIV, 1911, стр. 209—212.

³ Florin. L. c., p. 32.

⁴ Раньше эти отложения считали нижнеолигоценовыми. См. О. С. В я л о в. О палеогене Бадкхиза (Туркмения). Докл. Акад. Наук СССР, LII, № 7, 1946, стр. 644.

⁵ С р. П. Н. О в ч и н н и к о в. К истории растительности юга Средней Азии. «Сов. ботаника», 1940, № 3, стр. 43.

⁶ М. Г. П о п о в. Основные черты развития флоры Средней Азии. Бюлл. Среднеазиат. ун-ва, № 15, 1927, стр. 273 и сл.

В верхнем олигоцене или нижнем миоцене (аквитанский ярус) в северной Азии (собственно на восток от Стерлитамака) до Сахалина и Аляски существовала «тургайская» флора умеренного климата. Здесь, наряду с тополем, ольхой, буком, дубом и орешником, росли *Sequoia Langsdorffii*, *Taxodium distichum*, *Liquidambar europaeum*, *Diospyros*—растения, близкие к современным американским и азиатским видам, растущим в более южных широтах.

В Гренландии в неогеновых (или верхнеолигоценовых) отложениях найдены представители родов *Ginkgo*, *Sequoia*, *Liriodendron*, *Liquidambar*, затем—тополи, ивы, ольхи, лещины, буки, дубы, *Sassafras*, магнолия и другие. Та же флора обнаружена на Гриннеловой Земле под 82° с. ш. Не следует думать, чтобы эта растительность свидетельствовала о субтропическом климате, как полагал в свое время Геер. Она могла произрастать во влажном умеренном климате, которому не чужды были даже морозы. В южном Чили и по берегам Магелланова пролива в настоящее время из деревьев преобладают вечнозеленые буки (*Nothofagus Dombeyi* и *N. betuloides*), магнолия (*Drimys Winteri*), кипарис (*Libocedrus tetragona*), а также вечнозеленые кустарники¹. Между тем климат здесь умеренный, осадков много, причем распределены они в течение года равномерно, небо по большей части покрыто облаками, снег выпадает во все сезоны, но даже зимой лежит недолго. Морозы тоже могут случаться в любое время года, но непродолжительны.

В средней Европе в миоценовое время был теплый климат (однако все же с зимними морозами); к северу он становился более умеренным. По общему характеру миоценовая флора западной Европы напоминала современную флору атлантических штатов Северной Америки, южного Китая и Закавказья. Во Франции росли различные лавровые (например, *Cinnamomum*, камфарное дерево), *Myrtus*, секвойя, *Taxodium*, бамбук, драконово дерево (*Dracaena draco*), пальмы, древовидные папоротники из *Osmundaceae*.

Сарматская флора южной Украины имела вполне выраженный характер современной растительности умеренных широт Китая. Это были деревья главным образом с опадающей листвой. Здесь росли каштан, граб, клен, орех, бук, дубы, лавр и проч., затем *Zelkova Ungerii*, *Sapindus*, *Taxodium distichum*, *Liriodendron Procaccinii*, *Ailanthus Confucii*, *Sterculia tridens*, *Euscammia ulmoides*. Последние четыре формы сближают донскую флору, где они найдены, с восточноазиатской: *Euscammia ulmoides* обитает ныне в Китае, в провинциях Ху-бей и Сы-чуань. *Ailanthus Confucii* наиболее близок к *A. glandulosa*, растущему в Китае, но свободно выносящему климат Европы. Род *Sterculia* распространен в Китае и Японии, *Liriodendron*—в Китае и Северной Америке. Было несколько лиан: *Rhus quercifolia*, *Smilax grandifolia*, *Vitis praevinifera*. Но вместе с тем замечательно нахождение голубики *Vaccinium uliginosum* (Криштофович). Сарматская флора района Таганрога была богаче современной флоры западного Закавказья².

В Севастополе открыта богатая фауна сарматских наземных млекопитающих. Здесь найден представитель семейства жирафов *Achthiaria expectans*, антилопа *Tragoceras*, хищник *Ictitherium*, носорог *Aceratherium*.

¹ F. W. N e g e r. Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage. Stuttgart, 1913, p. 206.

² А. Н. К р и ш т о ф о в и ч. Некоторые представители китайской флоры в сарматских отложениях на р. Крынке (область Войска Донского). Изв. Академии наук, 1916, стр. 1285—1294.

21 Климат и жизнь.

gium, наконец, лошадиное Hipparion¹, — все фауна более теплого климата чем современный.

В самом конце миоцена, в меотическое время климат южной России, судя по находкам ископаемых растений в южной Бессарабии, снова испытывал охлаждение. Насколько можно судить по немногочисленным данным, флора носила отпечаток умеренного климата².

Однако мы знаем из Украины меотическую фауну наземных млекопитающих, свойственную климату более теплему чем современный. Так, на юго-западе Украины в меотических отложениях найдены остатки носорогов (Rhinoceras, Aceratherium), антилоп (Tragoceras), жирафов (Camelopardalis), затем Helladotherium (из семейства жирафов), страуса и других³. Подобного же характера, но гораздо более богатая фауна описана из с. Тараклии, недалеко от Бендер в Бессарабии⁴; но замечательно, что здесь, среди остатков носорогов, жирафов, антилоп, обезьян (Mesopithecus) и других, найдены остатки бобра (Castor fiber), обитателя лесов умеренной зоны.

В плиоцене охлаждение еще более усилилось, и в конце этой эпохи у полюсов, вероятно, образовались скопления льда. В европейской России климат стал настолько умеренным, что реки зимою начали покрываться льдом. По берегу Бугского лимана, а также у Одессы находили в понтических известняках валуны гранита и сиенита, а близ Одессы (у колоний Порбах), кроме того, валуны криворожского железистого кварцита в значительном удалении от их коренного месторождения, километрах в 180—230 к юго-западу⁵. Валун много, и размерами они до полуметра. По предположению Н. А. Соколова, валуны эти были разнесены льдинами по понтическому морю, волны которого омывали кварцитовые скалы криворожского района. На Дону, у станции Нижне-Курмоярской и в других местах, в верхнеплиоценовых наземных отложениях найдены куски известняка и других пород с каменноугольными и меловыми ископаемыми, принесенные речным льдом с берегов Дона, из мест, расположенных гораздо выше Нижне-Курмоярской⁶.

Но вместе с тем нахождение в западной Европе остатков гиппопотама в верхнеплиоценовых отложениях показывает, что все же климат был значительно теплее современного. Остатки гиппопотама найдены в среднем плиоцене Бессарабии (куяльницкие слои) вместе с остатками мастодонта, носорога, верблюда, газелей, гиппариона и других⁷.

Что касается арктических широт, то, по словам А. Н. Криштофовича, «арктические третичные флоры характеризуются преобладанием растений умеренного климата, и определение О. Геером многих остатков именами субтропических родов Ficus, Laurus, Benzoin явно сомнительно». Несомненно присутствие в третичных отложениях Гренландии отпечатков лис-

¹ А. А. Борисьяк. Севастопольская фауна млекопитающих. Труды Геол. ком., № 87, 1914; № 137, 1915. Эту фауну относят теперь к верхнему сармату (В. П. Колесников. Стратиграфия СССР, XII, Неоген, 1940, стр. 251, 253). Hipparion характерен для плиоцена.

² А. Н. Криштофович. Последние находки остатков сарматской и меотической флоры на юге России. Изв. Академии наук, 1914, стр. 599.

³ А. Алексеев. Фауна позвоночных д. Ново-Елизаветовки. Одесса, 1916, стр. 410.

⁴ И. Хоменко. Ежегод. геол. и минер., XV, 1913. Тр. Бессарабск. общ. ест., V, 1914.

⁵ Н. А. Соколов. Изв. Геол. ком., VIII, 1889, стр. 159—160; Труды Геол. ком., XIV, № 2, 1896, стр. 30—31; «Почвоведение», 1904, стр. 107—108.

⁶ В. Богачев. Изв. Геол. ком., XXVII, 1908, стр. 277.

⁷ А. Г. Эберзин. Стратиграфия СССР. Неоген, 1940, стр. 532.

твев тополей, ив, лещины, ольхи, бука, дуба, платана, клена, ясеня, Sequoia, Ginkgo, Comptonia, Liquidambar, Liriodendron, Magnolia, Sassafras. Указание на присутствие пальмы неверно¹.

Для времени, пограничного между плиоценом и четвертичным периодом, для устьев Оби указывается находка ореха Juglans cinerea. Этот орех, ныне свойственный Северной Америке, был найден в ископаемом состоянии в доледниковых отложениях Алдана, в четвертичных отложениях или в верхнем плиоцене Японии, в среднем плиоцене долины Роны. Распространение его свидетельствует об умеренном климате верхнего плиоцена.

Это обстоятельство — умеренность климата Арктики в третичное время — заставляет считать, что полюс в те времена находился там же, где и ныне². По этой причине, а также по другим основаниям я не разделяю теории Вегенера о перемещении материков³ и потому не могу признать влияния этого фактора на изменения климатов.

Четвертичный период. Для этого периода характерно чрезвычайно обширное оледенение, которое по площади превосходило даже верхнепалеозойское⁴. В Европе (и именно в восточной) ледниковый покров спускался по Днепру до 48° 45' с. ш., в Америке по долине Миссисипи южнее 37°. В южном полушарии следы этого оледенения известны по всему протяжению Анд, начиная от экватора, затем в южной и тропической Африке, в южной Австралии, в Тасмании, на южном острове Новой Зеландии, на Новой Гвинее. В Альпах, Карпатах, в горах южных полуостровов Европы, в Атласе, Малой Азии, на Кавказе, Тянь-шане, Алтае, Гималаях, Куэн-луне, на Гавайских островах⁵ имеются ясные следы ледниковой эпохи: там, где сейчас имеются ледники, некогда они спускались гораздо ниже; где их сейчас нет, в ледниковое время они были. Кроме перечисленных районов оледенения, есть основание предполагать бывшее распространение ледников еще для многих мест восточной Азии.

Что касается причин, вызывавших оледенения, то по этому вопросу имеется масса гипотез, привлекающих к рассмотрению факторы астрономические, атмосферические, геоморфологические и так далее. На разборе всех этих предположений мы не имеем возможности здесь останавливаться. При оценке их нужно прежде всего считаться с тем, что оледенения в четвертичное время, подобно тому как и в верхнепалеозойское (а также и более ранние), были многократными.

¹ А. Н. Криштофович. Палеоботаника, 3-е изд., М., 1941, стр. 433.

² В защиту теории перемещения полюсов см. В. А. Ярмоленко. Палеогеографические условия третичного и четвертичного периодов в свете гипотезы о перемещении полюсов. «Материалы по истории флоры и растительности СССР». I, М., 1941, Академия наук СССР, стр. 375—398.

Против теории перемещения полюсов см. А. И. Толмачев. Об условиях существования третичных флор Арктики. Ботанический журнал СССР, 1944, № 1, стр. 3—17. Автор считает, что третичные флоры Арктики произрастали в высоких широтах. «Основным фактором, обуславливающим процветание богатой древесной растительности в высоких широтах, должно было быть общее усиление солнечной радиации, иными словами, более интенсивный приток солнечного тепла к поверхности Земли в третичное время, по сравнению с современной эпохой» (стр. 14).

³ Л. С. Берг. Теория расположения материков. Геогр. вестник, I, вып. 2—3, 1922, стр. 12—16. См. также Н. Jeffreys. The Earth. Cambridge, 1929, p. 303, 321, 330, и ряд статей в Geologische Rundschau, XXX, 1939, № 1—2 и 3—4. Л. С. Берг. Некоторые соображения о теории передвижения материков. Изв. Геогр. общ., 1947, № 1, и его же. Историческая география растений. Вестн. Ленингр. ун-в., 1946, № 4—5 (вышло в 1947 г.).

⁴ См. карты у Е. Antevs. Maps of the Pleistocene glaciations. Bull. geol. soc. America, vol. 40, 1929, p. 631—720.

⁵ На Мауна-Кеа, высшей точке Гавайских островов (4214 м), ледники некогда спускались до высоты в 3500 м (Н. Gregory, 1925).

Много споров возбуждал вопрос, были ли оледенения в северном и южном полушариях одновременны, или же, как предполагал Кролл, оледенение попеременно охватывало то одно, то другое полушарие. Путем «геохронологических» исследований, которые производили Де Геер (De Geer)¹ и его ученики над ленточными глинами, установлено, что оледенения Швеции, Альп, Северной Америки, Южной Америки, Новой Зеландии, тропической Африки, Гималаев происходили одновременно. Равным образом и межледниковые эпохи в обоих полушариях приходились на одно и то же время. Помимо того, одновременность оледенений в обоих полушариях подтверждается исследованиями Клуце (Klute, 1928) над положением снеговой линии—современной этой горной цепи, начиная от Скалистых гор и кончая югом Чили, обе эти линии идут параллельно. Об одновременности климатических колебаний в обоих полушариях свидетельствует и то расширение сухих и влажных зон, о котором мы говорили в главе V.

В главе VIII о биполярности было изложено, что в ледниковое время охлаждению подверглись и тропики. Это обстоятельство, в связи с тем, что оледенения в обоих полушариях, как мы выяснили, были одновременны, заставляет прийти к заключению, что понижение температуры воздуха и поверхности моря захватило одновременно оба полушария². А это показывает, что причина ледниковых эпох лежит в факторах космического порядка³.

По нашим соображениям (см. выше, стр. 151), основанным на данных о распространении биполярных морских организмов, в ледниковую эпоху температура воды и воздуха понизилась в тропиках самое меньшее на 4—5°. Для западной Европы Пенк оценивает понижение температуры в ледниковое время не менее чем 8 градусами⁴.

Первопричиной образования материковых ледниковых покровов было понижение температуры воздуха, а вовсе не поднятия данных участков земной поверхности, как полагают некоторые⁵.

О вопросах, связанных с колебаниями климата в четвертичное время, подробно говорится в предыдущих главах этой книги.

¹ G. De Geer. Geochronologia suecica. Principes. K. Svenska Akad. Handlingar (3), XVIII, No. 6, Stockholm, 1940 (367 стр., 90 табл.), p. 220—227.

² Л. С. Берг. Основы климатологии. 2-е изд., Л., 1938, стр. 420.

³ Там же, стр. 413—414.

⁴ A. Penck. Das Klima der Eiszeit. Verhandlungen der III Internationalen Quartär-Konferenz Wien, September 1936. Wien, 1938, Geolog. Landesanstalt, p. 87.—Этот вывод сделан на основании сравнения современных температур с температурой у снеговой линии в ледниковое время (так например, в горах на северо-восточных берегах Адриатического моря в ледниковое время снеговая линия лежала на высоте 1 300—1 500 м. Здесь, по данным Пенка, средняя годовая температура воздуха была тогда несколько ниже 0°, тогда как теперь на этой высоте она составляет от 8 до 9°). Пенк также держится мнения, что в ледниковое время температура понизилась на всем земном шаре одновременно и что к объяснению ледниковых эпох могут служить только космические теории.

⁵ Л. С. Берг. О предполагаемой связи между великими оледенениями и горообразованием. «Вопросы географии», № 1, 1946, стр. 23—32.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ЖИЗНЬ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ДОКЕМБРИЙСКИХ МАТЕРИКАХ¹

Как в научной, так и в популярной литературе весьма распространен взгляд, что в докембрийское и даже в раннепалеозойское время поверхность суши представляла сплошную безжизненную пустыню—панэремию, как можно было бы назвать такое состояние (от греческих слов *pan*—весь, всеобщий, и *eremia*—пустыня). Приведем несколько справок.

В докладе, сделанном на последнем Международном геологическом съезде в Москве, Холуэлл (1940) утверждает, что в позднпротерозойское и даже в раннекембрийское время суша была совершенно лишена растительности и, стало быть, и животной жизни. Такого же мнения относительно начала кембрия держатся Шухерт и Данбар (1941) в своем, впрочем, превосходном, руководстве по геологии. Согласно В. А. Обручеву (1935, 1942), в докембрийское время «на суше не было органической жизни...; суша представляла абсолютную пустыню, поверхность которой подвергалась интенсивному механическому и химическому выветриванию». В своем курсе исторической геологии Страхов (1938) тоже говорит, что на кембрийских материках была сплошная пустыня—панэремия, как сказали бы мы. В новейшем учебнике исторической геологии Коровина (1944) читаем, что в кембрии и силуре материка представляли безжизненные каменные песчаные пустыни, а в девонское время суша в лучшем случае была кое-где покрыта редкими и бедными зарослями. По мнению известного палеофитолога А. Н. Криштофовича (1937), до девона «наземной растительности не существовало вообще, или она не играла никакой роли».

Однако мнение это, при ближайшем рассмотрении, оказывается неправильным. Никогда—ни в архейское, ни в протерозойское, ни в кембрийское, ни в послекембрийское время—материки не представляли собою сплошных пустынь.

НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПАНЭРЕМИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

В настоящее время мы знаем, что в протерозойских морях жили радиолярии, губки, черви, членистоногие, не говоря о представителях растительного мира—многочисленных известковых водорослях. Раз существовала столь высоко развитая жизнь в океанах, Земля должна была обладать атмосферой из кислорода, азота и углекислоты. Если была атмо-

¹ Впервые напечатано в «Природе», 1944, № 2.

сфера, необходимо принять, что существовала циркуляция атмосферы, стало быть, и перенос влаги. Следовательно, с п л о ш н ы х пустынь на материках не могло быть ни в кембрийское, ни в протерозойское время, как и теперь на суше нет сплошных пустынь. К этому надо прибавить, что протерозой отличался чрезвычайно сильным проявлением тектонических движений, в результате которых должны были образоваться мощные горные поднятия. А горы, как известно, служат конденсаторами влаги.

Примером планеты, представляющей собою сплошную и абсолютную пустыню—идеальную панэремию,—служит Луна, где нет ни воды, ни воздуха и где, стало быть, невозможна жизнь. Но на Земле такой картины ни в протерозойское, ни в какое-либо из последующих времен нельзя себе представить. Всегда пустыни, как и теперь, имели ограниченное распространение.

НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПАНЭРЕМИИ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

Все признают, что в протерозое океаны были, как мы говорили, обильно населены животными и растениями. Было бы удивительно, если бы к началу кембрия и суша не оказалась заселенной. Времени для этого прошло достаточно. К концу протерозоя, говорит Шухерт (1941), жизнь на Земле существовала, вероятно, уже около тысячи миллионов лет. Но на самом деле гораздо больше.

Древнейшие следы жизни на Земле известны с самого начала геологической истории, именно с низов архея (или археозоя). В основании украинского докембрия залегают метаморфизованные осадочные породы—глины и мергели, местами с прослоями известняков. Этой свите подчинены графитовые сланцы, которым в настоящее время приписывают органическое происхождение (Дубына, 1939). В названных сланцах, отложившихся в самом начале архея, заключается до 15—20% углерода. Углерод этот получился из архейских организмов (напомним, что есть графит и неорганического происхождения). Стало быть, жизнь изобиловала в Украине на заре истории Земли. Но то же было и в Северной Америке. В штате Нью-Йорк в основании архейских пород залегают гренвилевские осадочные толща, заключающая слои графитовых сланцев мощностью от 1 до 5 м. Известный геолог Досон (W. Dawson) говорил, что в гренвилевских осадочных породах рассеяно углерода больше чем во всей каменноугольной системе. Стало быть, в самом начале архея, около 2 миллиардов лет тому назад, жизнь уже кишела на Земле. Но в какой среде жили организмы, давшие начало этим углеродистым осадкам—в море, в пресной воде или на суше—сказать в настоящее время невозможно. Если в море и если принимать, как это думают многие, что жизнь возникла в океане, то к началу протерозоя прошло достаточно времени—не одна сотня миллионов лет, чтобы материки успели заселиться организмами. Однако не исключена возможность, что упомянутые выше углеродистые осадки откладывались на суше: они могли быть остатками низшей наземной растительности, например—синезеленых водорослей. На поверхности солонцовых и светлокаштановых почв иногда массами развивается синезеленая водоросль *Nostoc*. По словам Еленкина (1936, стр. 340—341), Потанин привез из Монголии и Ордоса огромные дерновины ностока до полуметра в длину и ширину. Скопления подобных наземных водорослей в археозое могли дать начало углеродистому веществу, входящему в состав графитовых сланцев.

Итак, не приходится сомневаться, что в архейское и протерозойское время и в течение древнего палеозоя (кембрий, силур) на материках как на

суше, так и в пресной воде существовала обильная жизнь. Только жизнь эта была другая чем теперь. На поверхности почвы не было высших типов растений и животных, но зато на поверхности почвы и в самой почве, очевидно, находилось не меньшее количество микроорганизмов чем в настоящее время. Тогда, как и теперь, на суше должны были существовать зеленые водоросли, синезеленые водоросли, бактерии и низшие грибы. Надо думать, что были и простейшие: корненожки, жгутиковые, ресничатые инфузории (о более высоко организованных наземных животных, каковы, например, черви или членистоногие, мы умышленно не говорим). За отсутствием конкуренции со стороны высшей растительности, зеленые и синезеленые водоросли могли достигать на поверхности почвы массового развития.

ПИОНЕРЫ ЖИЗНИ

В связи со сказанным возникает вопрос, какие организмы в настоящее время являются пионерами на девственном субстрате.

На, казалось бы, безжизненных гранитах Вогезов, гнейсах Сен-Готарда, известняках вершины Фаульгорна в Швейцарии, в мельчайших трещинах скал французский микробиолог Мюнд находил нитрифицирующие бактерии, которые, давая начало азотной кислоте, способствуют выветриванию горных пород и образованию почв. Те же бактерии обнаружены на скалах Земли Франца Иосифа и Северной Земли, а также подо льдом ледников. Есть основания думать, что бактерии существовали и в докембрийское время, о чем будет сказано ниже.

На Памире, в нишах гранитных скал, на известной глубине от поверхности Одинцова (1941) обнаружила синезеленую водоросль *Глеокапсу* (*Gloeocapsa minor*). Обычно принимают, что синезеленые водоросли обладают способностью усваивать атмосферный азот лишь в симбиозе с бактерией—азотобактером. В исследованной на Памире породе азотобактера не оказалось, и тем не менее Одинцова утверждает, что ей удалось установить способность памирской *Глеокапсы* усваивать атмосферный азот. Как бы то ни было, *Глеокапса*, очевидно, способствует выветриванию гранитов на Памире.

Пионерами жизни на вулканическом пепле острова Кракатау, после извержения 1883 года, были тоже синезеленые водоросли из рода *Lyngbya*.

Синезеленые водоросли известны еще с протерозоя. Нет ничего невероятного в том, что и докембрийские граниты выветривались при содействии хорошо нам известной *Глеокапсы* или похожей на нее синезеленой водоросли. По крайней мере, близкая к *Глеокапсе* водоросль слагает собою, как показал М. Д. Залесский, нижнесилурийские кукерские горючие сланцы по южному берегу Финского залива. Низшая растительность, повидимому, имеется на Марсе (Тихов, 1945, 1946), в атмосфере которого должен иметься хотя и в небольшом количестве кислород. Судя по красному цвету поверхностных пород, раньше кислорода было больше. По мнению астронома Джонса (1940) жизнь на Марсе теперь затухает.

МИКРООРГАНИЗМЫ В СОВРЕМЕННЫХ ПОЧВАХ

Для пояснения сказанного в предыдущем отделе остановимся на мире низших организмов, населяющем современные почвы. Каждый гектар почвы, говорят микробиологи, содержит в пахотном слое несколько тонн микроорганизмов: водорослей, бактерий, грибов, простейших; более высоко организованные существа мы оставляем без рассмотрения.

Водоросли. Из водорослей в почве встречаются зеленые, диатомовые, синезеленые.

Синезеленые водоросли вообще очень стойки к колебаниям температуры. Одни виды выносят в вегетативном состоянии замораживание, другие могут жить в горячих источниках, а равно и в воде обычной температуры. Помимо того, почвенные синезеленые способны выдерживать значительное иссушение. Известная английская исследовательница почвенных водорослей Бристоль-Роч (1927) высушивала образцы почв в токе сухого воздуха при 35° С. При этом синезеленые почти полностью сохранили свою жизнеспособность, зеленые оказались стойкими в разной мере, а диатомеи полностью погибали. Эти наблюдения объясняют нам географическое распространение синезеленых. На солонцах, в полупустыне нашего юго-востока местами в массовых количествах размножаются синезеленые водоросли, среди которых бросаются в глаза крупные, до 3—4 см, колонии ностока. С другой стороны, синезеленые обычны на заболоченных почвах Новой Земли.

Кроме синезеленых, на влажной земле нередко развиваются диатомеи, а из зеленых водорослей *Botrydium*, надземная часть которых имеет вид зеленых пузырьков диаметром в 1 мм, затем вошерия, хламидомонады, плеврококки и другие.

Но водоросли весьма обычны не только на поверхности почвы, но и в верхних горизонтах ее. У нас они, по исследованиям Голлербаха (1936), идут в песчаных почвах до глубины в 15 см, но в Германии, а также в Африке синезеленые водоросли обнаружены до глубины в 50 см. В почвах окрестностей Ленинграда, Луги и Тихвины с глубины в 1—2 см Голлербах нашел 108 видов водорослей, из них 50 синезеленых, 2 жгутиковых и 56 зеленых. Диатомеи не учитывались, а их в почве не мало; в Англии столько же видов почвенных диатомей, сколько видов зеленых. Со включением диатомей число почвенных водорослей Ленинградской области составило бы 180—200 видов (при этом водоросли, живущие на поверхности почвы, не приняты во внимание). По словам названного исследователя, в нормальных почвах всегда имеются водоросли; в Англии их содержится до 100 000 особей на 1 г почвы, причем громадное большинство приходится на зеленые.

Почвенные водоросли, как мы видели, встречаются и на некоторой глубине, куда свет не проникает. Объясняется это тем, что зеленые водоросли, равно как некоторые синезеленые и диатомовые, обладают способностью при отсутствии света питаться гетеротрофно, т. е. за счет органических веществ. При этом некоторые (например, *Chlorella*, *Pleurococcus*) могут сохранять хлорофилл после двухлетнего пребывания в темноте.

Бактерии. Положение бактерий в системе еще не установлено окончательно. Но можно думать, что эти организмы существовали еще с архейской эры. «Характер минералов археозойских слоев и особенно характер их ассоциаций с наименьшей несомненностью доказывает нахождение бактерий во всем археозое—в самых древнейших доступных геологическому изучению пластах нашей планеты», говорит Вернадский (1926). По данным известного палеонтолога Уолкота (Walcott, 1916), бактерии имеются в докембрийских известняках США.

В верхних горизонтах современных почв количество бактерий исчисляется, как мы увидим, сотнями миллионов и даже миллиардами на 1 г почвы. Если принять содержание живых бактерий в 1 г чернозема в 3—4 миллиарда особей, а вес 1 миллиарда бактерий в живом состоянии в 0,2 мг, то вес бактерий в слое чернозема до глубины в 25 см на 1 га составит в живом состоянии 1,8—2,4 т, а в пересчете на сухое вещество 0,36—0,48 т. Для подзолистых почв, содержащих меньше бактерий (1,3—2,0 миллиарда в 1 г почвы), соответственные цифры веса живых бактерий на 1 га будут 0,74—1,40 т (Тюрин, 1946, стр. 22).

Не напрасно, стало быть, Бертло говорил, что почва есть нечто живое (quelque chose de vivant). Результаты жизнедеятельности этой заключенной в почве массы живого вещества громадны. Среди почвенных бактерий есть разные типы; одни питаются белками, другие разлагают клетчатку, третьи (каковы, например, азотобактер) усваивают атмосферный азот, четвертые окисляют соли аммония в азотистые и далее в азотнокислые, т. е. участвуют в процессе нитрификации; пятые отлагают гидрат окиси железа и так далее.

Несколько данных о количестве бактерий в почвах. В лесостепных почвах Поволжья находили до 2,75 миллиарда бактерий на 1 г почвы, в подзолистых почвах бассейна Камы 3 миллиарда, в сероземах близ Ташкента до 1,6 миллиарда микроорганизмов.

Грибы. Из грибов в почве изобилуют плесени, дрожжевые грибки и актиномицеты или лучистые грибки. Количество последних может достигать миллиона и более на 1 г почвы (Waksman, 1934). Некоторые лучистые грибки могут разрушать клетчатку; многие разлагают белки на аминокислоты и аммиак.

Докембрийские грибы, остатки которых пока неизвестны, могли быть паразитами или сапрофитами почвенных водорослей или жить с ними в таком своеобразном сожительстве, какое наблюдается у современных лишайников.

Простейшие. Из простейших в почве встречаются корненожки, жгутиковые и инфузории. Эти почвенные организмы питаются бактериями, грибами, а также и разлагающимися органическими веществами. В почвах Англии найдено 250 видов простейших, из которых только немногие обитают исключительно в почвах. В удобренных почвах Ротамстедской станции (Англия) обнаружено летом в 1 г 15 000 жгутиковых и 2 000 амёб (Waksman, 1934). Множество цист простейших оказалось в черноземах (на залежи) Воронежской области (Раммельмейер, 1929). О простейших в почвах Средней Азии говорится ниже.

Без сомнения, похожие микроорганизмы (водоросли, бактерии, грибы, простейшие) обитали и на поверхности суши докембрийских и раннепалеозойских материков¹. Но, кроме микробов, в современных почвах имеется большое количество низших животных, каковы, например, турбеллярии, нематоды, малочетинковые черви, коловратки, многоножки и другие. Но их мы не касаемся, чтобы не усложнять нашего изложения. Во всяком случае похожие на них формы могли обитать в докембрийских почвах.

ЖИЗНЬ В ДОКЕМБРИЙСКИХ ПУСТЫНЯХ

Выше мы показали, что в докембрийские и кембрийские времена суша не могла представлять собою сплошную пустыню—панэремию. Но это не значит, что тогда, как и теперь, на Земле вообще не было пустынь². Что же представляли собою эти докембрийские и раннепалеозойские пустыни? Были ли они совершенно безжизненны?

Если мы обратимся к современным пустыням, то увидим, что о них этого нельзя сказать.

Ограничивая наше рассмотрение, как и раньше, микроорганизмами, отметим, что почвы среднеазиатских пустынь богаты этими существами. Так, в необработанных сероземах Ташкентского и Андижанского районов заключается 1,0—1,2 миллиарда микробов на 1 г почвы, в том числе большое количество азотобактера (Шульгина и др., 1930). В почвах Сахары суще-

¹ Возможно, что не было диатомей, которые известны с нижней юры.
² Ср. выше, стр. 345. См. также Б е р г, 1947 (дочетвертичные лёссы).

ствуется, несмотря на сухость и высокую температуру, богатое население микробов (Фехер, 1939). Даже в сыпучих песках Бухарского округа, на вершине бархана обнаружено 1,2 миллиарда микробов на грамм песка (Шульгина и др., 1930). По наблюдениям А. Бродского (1935), в необрабатываемых лёссовых почвах Средней Азии можно насчитать от 100 до 300 тысяч простейших в 1 г почвы. Наиболее многочисленны жгутиковые, затем идут амебы и, наконец, инфузории. Эти организмы распространены в лёссах пустыни до глубины в 3—5 м, но с глубиной число их быстро падает; на пелинных почвах максимум простейших наблюдается на глубине 5—20 см.

Заслуживают внимания следующие наблюдения Засухина (1930) в песках между низовьями Волги и Урала. В углублениях между барханами, под тонким слоем бесплодного песка, на глубине всего 0,5 мм от поверхности, обнаружен зелёный горизонт мощностью в 1 мм, состоящий преимущественно из синезеленых водорослей, но также из простейших. Многочисленные нити синезеленой *Oscillatoria*, переплетая отдельные песчинки, образуют как бы войлок толщиной до 1 мм, существующий все лето и предохраняющий песок от выдувания. Подобный горизонт есть и в песках Монголии, а также в песках по Оке.

Наконец, еще более удивительны следующие наблюдения Большаева и Евдокимовой (1944) на такырах в туркменских Каракумах. На поверхности такыра находится сухая корочка толщиной от 2 до 8 мм. При увлажнении эти корочки сильно набухают, и в них можно наблюдать громадное количество синезеленых водорослей *Phormidium* и *Lyngbia*, которые, таким образом, способны переносить высокие температуры здешней пустыни, где на поверхности почвы бывает 70° и более. Синезеленые водоросли являются в этих местах почвообразователями.

По аналогии с современными пустынями есть все основания полагать, что в археозойских, протерозойских и раннепалеозойских пустынях тоже была своя жизнь. Это не были безжизненные, азойские пустыни.

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ДОКЕМБРИЙСКИХ МАТЕРИКАХ

Возникает вопрос: были ли почвы на докембрийских материках? Раз в те времена не было высшей растительности, могли ли происходить почвообразовательные процессы и совершаться накопление гумуса?

Мы думаем, что на докембрийских материках должны были существовать почвы.

В дальнейшем для простоты будем допускать, что органический мир верхних горизонтов докембрийской суши был представлен одними микроорганизмами.

Современный почвенный гумус состоит (Тюрин, 1937) из: 1) гуминовых веществ, куда относят растворимые в щелочах гуминовые кислоты [элементарная формула гуминовой кислоты по Шмуку ($C_6 H_4 O_2$)_n], растворимые в воде фульвокислоты (под этим именем объединяют креновые и апокреновые кислоты) и другие кислоты, а также «гумины» — вещества, близкие к гуминовым кислотам; 2) лигнина, клетчатки, гемицеллюлоз, сахаров, белков; 3) жиров, восков, смол и тому подобных веществ, составляющих обычно менее 5% от общего количества гумуса.

По мнению известного микробиолога и почвоведов Ваксмана (1937), почвенный гумус (перегной) образуется исключительно, путем разложения растительных и животных остатков, в процессе жизнедеятельности микроорганизмов почвы. В связи с этим современным воззрением уместно напомнить слова П. Костычева (1890): «перегной представляет собою не

мертвую массу, но в каждой точке дышит жизнью в разнообразных ее проявлениях».

Как обстояло дело в этом отношении на докембрийской суше, где в верхних горизонтах не могли не существовать микроорганизмы, но где остатков высшей растительности не было? Думаем, что и в этих условиях должен был накапливаться гумус.

Что касается белковых веществ, то, по данным Трусова, подтвержденным другими исследователями, растительные белки, разлагаясь под влиянием микроорганизмов, образуют гуминовые вещества — гуминовую кислоту и отчасти гумин. Естественно, что и белки почвенных микроорганизмов служат источником гумуса. Знатоки органического вещества почв, проф. А. А. Шмук (1930) говорит: «Какие бы органические остатки ни попадали в почву, в каких бы направлениях ни развивались и ни шли микробиологические процессы, какие бы разнообразные органические продукты ни вырабатывались в результате течения этих процессов, мы всегда во всех случаях будем иметь неизменное образование плазмы микроорганизмов, т. е. образование белковых тел». «Поэтому первым почвенным постоянным органическим продуктом при всем разнообразии отдельных продуктов, случайно попадающих и образуемых в почве, необходимо считать почвенный белок, или, иными словами, белок плазмы микроорганизмов, населяющих почву и обуславливающих весь ход процессов микробиологических превращений». Как раз белками особенно богата низшая растительность: водоросли, бактерии и грибы. Все эти организмы должны были существовать в протерозое.

При наличии водорослей в докембрийских почвах не могло быть недостатка в клетчатке. Мнения авторов о значении клетчатки в процессе образования гумуса противоречивы. Ваксман (1937) считает, что роль ее ограничена: под воздействием бактерий — аэробных и анаэробных, а также грибов, актиномицетов и, возможно, простейших, клетчатка быстро разлагается без образования темноокрашенных веществ. Напротив, Гётчinson и Клейтон (1919), изучавшие разложение клетчатки бактерией *Cytophaga*, а также Виноградский (1929) считают, что продукты разложения клетчатки бактериями могут давать начало гумусу (Тюрин, 1937; Кононова, 1943, № 6, 7). Во всяком случае клетчатка может служить косвенным источником гумуса путем накопления микробного белка (Трусов, 1917) и гемицеллюлоз при разложении клетчатки бактериями и другими микроорганизмами.

Исследованиями последних лет обнаружено, что процесс разложения клетчатки аэробными бактериями широко распространен в почвах. В этом процессе участвуют также миксобактерии (*Mycobacteria*) — своеобразная группа аэробных бактерий, в некоторых отношениях близкая к миксомицетам. Вышеупомянутую *Cytophaga* относят к миксобактериям. Наблюдения Кононовой (1943) над разложением клетчатки люцерны миксобактериями показали, что при этом происходит образование бурых гумусовых веществ, как результат распада белков миксобактерий, развивающихся в огромных количествах за счет клетчатки.

Итак, нельзя отрицать, что клетчатка протерозойских водорослей могла частично служить источником гумуса в почвах.

В современных почвах запасы лигнина (эмпирическая формула этого вещества, по некоторым авторам, $C_{10} H_{10} O_3$) поглотаются преимущественно за счет остатков высшей растительности (от мхов до покрытосеменных). Лигнин этого происхождения, естественно, не могло быть в докембрийских почвах. Однако есть указания (Ваксман, 1938), что микроорганизмы в процессе разложения клетчатки осуществляют

синтез некоторого количества лигниноподобных веществ. Некоторые виды почвенной бактерии азотобактера заключают около 30% таких веществ. Таким образом, нельзя отрицать возможности наличия и лигнина в протерозойских почвах.

Стало быть, в протерозойской коре выветривания имелись главнейшие образователи гумуса: с одной стороны—белки, клетчатка, гемицеллюлозы и, возможно, лигнин, а с другой—микроорганизмы. Следовательно, мог образовываться гумус. Значит, были и почвы. Почвы же, в свою очередь, поддерживали существование почвенной флоры и фауны.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ДРЕВНЕЙШЕЙ ЖИЗНИ НА МАТЕРИКАХ

Рассматривая органический мир кембрия, Шухерт и Данбар (1930) пишут: «В начале кембрия суша имела пустынный вид, ибо в кембрийских породах не найдено следов какой-либо наземной жизни. Примитивные, недревесневшие растения, вроде лишайников, вероятно, покрывали мокрые участки, но они не могли существовать в сухих областях¹. Животные еще не приобрели способности дышать воздухом; они появились на суше почти через три геологических периода—кембрий, нижний силур (ордовисий), верхний силур. Далее сообщается, что первые остатки наземной фауны найдены в нижнем девоне, т. е. около 300 миллионов лет тому назад; это были пауки, клещи и примитивные, близкие к отряду Collembola, бескрылые насекомые. Все они жили среди примитивной, псилофитовой флоры.

Однако мнение о столь позднем появлении наземной фауны неправильно. В 1927 году известным геологом и палеонтологом Помпецким было описано из докембрийского кварцитового песчаника северной Европы прекрасно сохранившееся членистоногое *Xenusion*, длиной в 85 мм; очень похожее на современное первичнотрахейное *Peripatus*. Ныне живущие первичнотрахейные—это обитатели влажных тропических лесов. Можно думать, что и *Xenusion* был наземным животным².

Мнение о безжизненности археозойских, протерозойских и кембрийских материков коренится в старом допущении, будто жизнь на Земле обязательно должна была зародиться в океане, откуда она с течением времени распространилась на пресные воды, а затем и на сушу. Мы уже имели случай писать (1938) о том, что рыбообразные и рыбы начали появляться в море лишь с среднего девона, а ранее эти позвоночные были приурочены, как правило, к пресным и частью солоноватым водам.

Вообще, по нашему мнению, нет ничего невероятного в предположении, что жизнь получила начало на материках—на суше ли или в материковых водоемах, трудно сказать (Берг, 1947).

В соответствии со сказанным я считаю, что первичнотрахейное эйпия (*Aysheaia*), описанное из морского среднего кембрия Северной Америки, происходит от наземной формы, похожей на докембрийского *Xenusion*.

Подобным образом верхнесилурийские скорпионы, найденные в морских отложениях в сопровождении обильной фауны морских животных—морских лилий, плеченогих, трилобитов, мечехвостов—могли произойти от более ранних наземных скорпионов, подобно тому как все современные скорпионы—сухопутные животные.

¹ Это не совсем так, ибо мы знаем лишайники, живущие на поверхности почв полупустыни.—Л. Б.

² Это замечательное животное изображено в русском издании «Основ палеонтологии» Циттеля, I, 1934, стр. 983.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Нет никаких оснований предполагать, чтобы поверхность суши когда-либо, с начала геологической истории (т. е. с начала архея, или археозоя), представляла сплошную пустыню. Ни в архее, ни в протерозое, ни в раннем палеозое на суше не было панэремии.

2. Допустим, что жизнь на Земле, как это думают многие (но не автор), зародилась в море и отсюда распространилась на сушу. Архей и протерозой, по современным взглядам, охватывают период не менее чем в 1 500 миллионов лет, т. е. отрезок времени, вдвое больший чем от начала кембрия до наших дней.

Выше было показано, что обильная жизнь существовала на Земле уже в начале архея. Имелось, стало быть, достаточно времени, чтобы суша к началу кембрия успела заселиться хотя бы самыми низшими растениями и одноклеточными животными. Я убежден, что эти организмы имелись на суше не только в течение раннего протерозоя, но и раньше.

Литература

- Берг Л. С. Древнейшие пресноводные рыбы. «Природа», 1938, № 7—8.
 Берг Л. С. Климаты в древнейшие геологические времена. «Землеведение», 1947.
 Берг Л. С. Четвертичные лёсы. Там же.
 Берг Л. С. О происхождении железных руд типа криворожских. «Вопросы географии», вып. 3, М., 1947.
 Берг Л. С. Соображения о происхождении наземной, пресноводной и морской флоры и фауны. Бюлл. Моск. общ. исп. прир. отд. биол., 1947, № 5.
 Болышев Н. Н. и Евдокимова Т. И. О природе корочек такяров. «Почвоведение», 1944, № 7—8, стр. 345—352.
 Бродский А. Л. Современное состояние вопроса о роли простейших в почве. «Природа», 1935, № 1.
 Waksman S. A. (Ваксман). Principles of soil microbiology. 2 ed., London, 1931.
 Ваксман С. А. Гумус. Пер. с англ., М., 1937.
 Вернадский В. И. Биосфера, Л., 1926.
 Голлербах М. М. К вопросу о составе и распространении водорослей в почвах. Труды Ботан. инст. Академии наук, серия II, спорные, вып. 3, Л., 1936.
 Jones H. S. (Джонс). Life on other worlds. New York, 1940.
 Дубына И. В. Графитовые месторождения украинского докембрия, их строение и генезис. Труды XVII сессии Междунар. геол. конгр. (1937), II, М., 1939.
 Засухин Д. О микроорганизмах, обитающих в сыпучих песках Киргизских степей. Гидробиол. журн. СССР, IX, 1930.
 Еленкин А. А. Синезеленые водоросли СССР. Общая часть. Л., 1936, III+682 стр., Академия наук СССР.
 Кононова М. М. Применение микроскопического метода при изучении вопроса о происхождении гумусовых веществ. «Почвоведение», 1943, № 6.
 Кононова М. М. Природа и свойства бурых гумусовых веществ, образующихся при гумификации растительных остатков (корней люцерны). «Почвоведение», 1943, № 7.
 Коровин М. К. Историческая геология. М., 1941.
 Криштофович А. Ботанико-географическая зональность и этапы развития флоры верхнего палеозоя. Изв. Академии наук, серия геол., 1937, № 3.
 Обручев В. А. Рудные месторождения. 2-е изд., Л., 1935.
 Обручев В. А. Образование гор и рудных месторождений. Свердловск, 1942.
 Одинцова С. В. Образование селитры в пустыне. Докл. Академии наук, XXXII, 1941, № 8.
 Одинцова С. В. Нитратные солончаки. Труды Биогеохим. лабор. Академии наук СССР, V, 1941, стр. 205—223.
 Омелянский В. Л. Основы микробиологии. 9-е изд., М., 1941.
 Страхов Н. М. Историческая геология. М., 1938.
 Тихов Г. А. Новое о Марсе. Доклады Академии Наук СССР, том 49, № 2, 1945.

Тихов Г. А. Спектральная отражательная способность зелени в связи с вопросом о растительности на Марсе. Вестн. Казах. филиала Академии Наук СССР, 1946, № 4 (13).

Тюрин И. В. Органическое вещество почв. Л., 1937.

Тюрин И. В. О количественном участии живого вещества в составе органической части почв. «Почвоведение», 1946, № 1, стр. 11—29.

Хоуэлл Б. Ф. (Howell). Климаты позднего протерозоя и раннего кембрия. Труды XVII Международ. геолог. конгресса (1937), VI, М., 1940.

Шульгина О. и др. Материалы к микробиологической характеристике почв Туркестана. Труды Инст. с.-х. микробиологии, IV, вып. 2, Л., 1930.

Schuchert Ch. and D u n b a r C. A textbook of geology. II. Historical geology. 4 ed. New York, 1941.

Дополнение к стр. 173—196.

Когда настоящая работа была уже сверстана, я получил интересную статью Б. В. Пяскового, Лёсс как глубокопочвенное образование, «Почвоведение», 1946, № 11, стр. 686—693. Автор приходит к выводу, что «лёсс представляет образование, формирующееся под собственно почвой сухих и полусухих степей, или, другими словами, является определенным глубоким горизонтом почвы в широком смысле, назовем его горизонтом L» (стр. 688).

Против этого взгляда я ничего возразить не могу. Ср. выше, стр. 172, 176—178 и др.

Но следует иметь в виду, что лёссы, распространенные в областях с ныне умеренным климатом, как правило, есть реликтовые образования—результат выветривания и почвообразования в условиях климата более сухого чем современный.

УКАЗАТЕЛЬ

ЛАТИНСКИХ НАИМЕНОВАНИЙ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Acaena 153 | Arctocephalus australis 130 |
| Aceratherium 321, 322 | — forsteri 130 |
| Achtiaria expectans 321 | — gazell 130 |
| Acipenser medirostris 125 | — pusillus 130 |
| Acrybia smithi 122 | — townsendi 130 |
| Actinocamax 319 | Arctocephalus ursinus 130 |
| Adacna 277 | Arctostaphylos alpina 259 |
| Adacna plicata 204 | Argentina 146 |
| Adesmia 148 | Arianta arbustorum 275, 281 |
| Aethiessa 148 | Armeria sibirica 259 |
| Agabus 144 | Artemisia maritima terrae-albae 55 |
| Agrimonia eupatoria 144 | — pauciflora 55 |
| Agropyrum sibiricum 61 | Artocarpus 320 |
| Agrostis 144 | Asida 148 |
| — canina 144 | Aspasma 124 |
| Ailanthus Confucii 321 | Astacus 113 |
| — glandulosa 321 | — licenti 113 |
| Alces alces 82 | Astarte 319 |
| Alchemilla 144 | — banksi 129 |
| Alhagi 62 | — borealis 121 |
| Allactaga elater 55 | — diversa 121 |
| Alopecurus alpinus antarcticus 152 | — rollandi 121 |
| Alopias vulpes 134 | Asterias rubens 119 |
| Amauropsis japonica 121 | — vulgaris 119 |
| Ammodytes 118 | Astragalus danicus 100 |
| Ancylus 166 | Ateuchidae 148 |
| Anemone hepatica 114 | Aulacomnium turgidum 259 |
| — nemorosa 12 | Avena schelliana 101 |
| — silvestris 100 | Axinus 319 |
| Anguilla 120, 124 | Aysheaia 332 |
| — anguilla 118 | |
| — rostrata 118 | Balaena australis 130 |
| Anisus spirorbis 278 | — glacialis 130, 133 |
| Anomia squamula 124 | — mysticetus 130 |
| Anthyllis vulneraria 143 | — sieboldi 130 |
| Aphidae 145 | Bathomphalus contortus 279, 280 |
| Aphodius 144 | Bela harpularia 122 |
| Aphodius rufescens 144 | Belemnitella 319 |
| Aplexa hypnorum 279, 280 | — mucronata 319 |
| Apodemus sylvaticus 272 | Bembidion 145 |
| Araucariaceae 317, 319, 320 | Benzoin 322 |
| Arca noë 141 | Berardius 131 |
| Arcella hemisphaerica 283 | — arnouxii 131 |
| Arctocephalus 130 | — bairdi 131 |

- Betula nana* 98, 259, 260
Bison priscus 82
Bithynia 204
 — *leachi* 278
Bittium reticulatum 141
Bombina bombina 112
Bombinator igneus 112
 — *orientalis* 112
Bonneviella grandis 119
Bos primigenius 100, 269
 — *priscus* 269
Botrydium 328
Brama japonica 9
Brasenia purpurea 258
Buccinum undatum 140
Buliminus 144, 166
 — *tridens* 279
Buprestidae 147

Calanus helgolandicus 130
 — *hyperboreus* 130
Callanthias allporti 147
 — *japonicus* 147
 — *peloritanus* 147
Callotaria 130
Cambaroides 113
 — *dauricus* 113
Camelopardalis 322
Camelus arcto-americanus 101
 — *bactrianus* 100
Campanularia verticillata 129
Capparidaceae 320
Capra wali 144
Caragana grandiflora 100
Cardita senegalensis 140
Cardium echinatum 140
 — *edule* 124, 141
 — *groenlandicum* 121
Carex 135
 — *acuta* 135
 — *Buxbaumi* 151
 — *echinata* 135
 — *incurva* 151
 — *Eachenalii* 137
 — *magellanica* 137
 — *microglochin* 151
 — *paniculata* 135
 — *pyrenaica* 135, 137
 — *stellulata* 150
 — *stenophylla* 51
 — *vulgaris* 135
Cassia 141
Castor fiber 70, 322
Cathaica 275
Celtis 283
 — *barbouri* 283
Centaurea cyanus 11
Centrina brunensis 147
 — *centrina* 147
Cepaea vindobonensis 279
Cepola rubescens 124
 — *schlegeli* 124
 — *taenia* 124
Cervus elaphus 82, 100
Cetoniidae 148
Cetorhinus maximus 116, 133
Chlamys islandicus 140

Chlamys tigrinus 140
Chlorella 328
Chondrula tridens 279
Chrysodomus sinistrorsus 140
Ciconia ciconia 113
Cinnamomum 320, 321
Cionella lubrica 279
Citellus buxtoni 101
 — *citellus* 272
 — *parryi jacutensis* 51, 101
 — *leucostictus* 101
 — *pygmaeus* 272
 — *suslicus* 272
Clausilia 166
 — *dysterata* 144
 — *parvula* 281
 — *schweinfurthi* 145
 — *sennaarensis* 144
Cleome Gordyagini 320
Clupea harengus 6, 7, 116, 117, 125
Cochlicopa lubrica 279, 280, 281, 282
Cochlipodium ambiguum 283
Cochlodesma praetenuae 140
Collembola 332
Collomia gracilis 152
Cololabis saira 9, 125
Columella edentula columella 276, 280, 281, 282
Colymbus stellatus 12
Comptonia 323
Conus mediterraneus 141
Convallaria majalis 114
Corixa 145
 — *mirandella* 145
Corydalis solida 11
Corylus avellana 114
 — *heterophylla* 114
Cricetulus migratorius 272
Cricetus cricetus 272
Cryciferae 136
Cucumaria frondosa 119
 — *japonica* 119
Cullumanobombus serrisquama 101
Cyclus 166
Cygnopsis cygnoides 274
Cygnoglossum 144
Cymatium corrugatum 124
Cypria 319
 — *islandica* 124, 140
Cyprinus carpio 112
Cytophaga 331

Dadoxylon 317
Deleaster 144
Delphinium elatum 100
Dermochelys coriacea 9
Deschampsia caespitosa 150
 — *flexuosa* 144
Desmostylidae 123
Didacna 277
 — *protracta* 204
Diodon holacanthus 9
Diomedea 152
Diospyros 321
Dosinia lineta 140
 — *lupinus* 140
Draba incana magellanica 152

- Draba nemoralis* 150
Dracaena draco 320
Dreissena 227
 — *rostriformis* 204
Drimys Winteri 321
Dryas 260
 — *octopetala* 98, 259
Dynastinae 148

Echelus urapterus 124
Elephas antiquus 141
 — *primigenius* 269
Elymus giganteus 59
Empetrum 149
 — *nigrum* 151
 — *rubrum* 151
Engraulis 131
 — *australis* 131
 — *capensis* 131
 — *encrasicholus* 131
 — *var. antipodum* 131
 — *japonicus* 9; 131
 — *mordax* 131
 — *ringens* 131
Ensatina croceata 149
 — *platensis* 149
Equus khomenkoi 100
Eragrostis 143
Erigeron alpinus 151
Eriosoma 114
 — *ulmi* 114
Etrumeus boulei 120
 — *micropus* 120
Eubalaena glacialis 130
Eucommia ulmoides 321
Euconulus trochiformis 280
Eumetopias lobatus 130
Eupagurus pubescens 119
Euphrasia 135
Eurotia ceratoides 100

Ferula caspica 100
Festuca 143, 144
 — *Beckeri* 61
 — *lenensis* 51
 — *ovina* 51
 — *sulcata* 100
Ficus 322
Filipendula hexapetala 100
Fragaria chilensis 149
Fuligula fuligula 148

Gadus capensis 146
 — *ensis* 146
 — *macrocephalus* 126
 — *maris-albi* 126
 — *ogac* 126
 — *mediterraneus* 146
 — *morhua* 117, 118
 — *novae-zealandiae* 146
 — *pacificus* 146
 — *traciratus* 146
Galba truncatula 278, 279, 280, 281, 282,
 282,
Galeidae 134
Galeus 134
Galium 144

Gentiana 136
 — *prostrata* 151, 152
Geotria 154
Grum urbanum 150
Gibbula adriatica 124
Ginkgo 321, 323
Globigerina bulloides 142, 143
 — *duertrei* 135
 — *inflata* 143
 — *pachyderma* 134, 135
Globigerinoides sacculifera 142
Globorotalia menardi 142, 143
Gloeocapsa minor 327
Glossopteris 316
Glyptocephalus 118
Gnaphalium 144
Grampus griseus 119
Gyraulius albus 280
 — *gredleri* 276, 280
 — *laevis* 278, 282
 — *rossmaessleri* 276, 279, 280

Haloxylon ammodendron 32
Haplochitonidae 154
Harpalus 148
Helicella striata 279, 281, 282
Helichrysum arenarium 100
Helix 144, 166, 275
 — *ciliata* 144
 — *costata* 279, 281
 — *darnaudi* 144, 145
 — *leucosticta* 145
 — *pulchella* 279
 — *striata* 279, 281, 282
Helix tenuilabris 279
 — *vindobonensis* 279
Helladotherium 322
Herpiscus 148
Hierochloe 144
 — *borealis* 150
Hipparion 229, 234, 322
Hippoglossoides 118
Hippoglossus 118
Hoplognathus 134
Hoplognathidae 134
Hoplognathus 134
 — *conwayi* 134
 — *fasciatus* 134
 — *insignis* 134
 — *punctatus* 134
 — *robinsoni* 134
 — *woodwardi* 134
Hydrobia ulvae 141
Hydrodamalis gigantea 123
Hygromia hispida 275, 276, 281
Hyla arborea 112
 — *japonica* 112

Ictitherium 321

Jaminia tridens 279, 281, 282
Juglans cinerea 323
Julodis 147, 148
Juniperus 100, 144

Koeleria 143
 — *cristata* 143, 150, 151
 — *gracilis* 51, 101

- Lacuna divaricata* 119
Lagopus lagopus 12
Lagurus lagurus 55
 — *luteus* 55
Lamna cornubica 116, 133
Lampetra japonica 116, 125
 — *planeri* 154
Larix dahurica 8
Larus ridibundus 12
Laurus 322
Leptolimnaea glabra 279, 281, 282
Libanotis montana 100
Libocedrus tetragona 321
Limanda 118
Limnaea glabra 281
 — *ovata* 279, 280
 — *palustris* 278
 — *truncatula* 278
Limnaeidae 281
Lingula hians 123
Liomesus 118
 — *canaliculatus* 124, 122
 — *dalei* 118
 — *oides canaliculatus* 121
Liquidambar 323
 — *europaeum* 321
Liriodendron 321, 323
 — *Procaccinii* 321
Lithospermum officinale 143
Littorina 122
 — *littorea* 124
 — *palliat* 122
Lonicera nigra 114
Lophius piscatorius 146
Lotus corniculatus 143, 150
Lycenchelys 147
Limnaea 98, 166, 204, см. также *Limnaea*
Lyngbya 327
Lythrum 136

Macacus gelada 144
Macoma incongrua 122
 — *inquinata* 123
 — *middendorffi* 123
Macrorhinus 130
 — *angustirostris* 129
 — *leoninus* 130
Magnolia 323
Maldane sarsi 129
Mallotus 118
Manatus 123
Maraenobiotus brucei 145
Marginella 141
Marmota bobak 272
 — *camtschatica bungei* 101
Melanostigma 147
Meles meles 272
Menestho albul 122
Merluccius 147
Mesopithecus 322
Micromesistius 147
Microstomus 118
Microtus arvalis 272
Misgurnus fossilis 112
Mnematum 148
Modiola modiolus 119, 124

Monacha 144
 — *rubiginosa* 279, 280, 281
Monadaena 277
 — *caspia* 204
Monia macroschisma 121, 122
Montia fontana 149
Mordacia 154
Mya 98
 — *truncata* 140
Myosotis silvatica 101, 143
Myrtus 321
Myrus urapterus 124
Mytilus edulis 119, 124, 129
 — *senegalensis* 140
Myxobacteria 331

Natica montacuti 140
Nebalia 129
Nemachilus 145
 — *abyssinicus* 145
Neopercis mesogea 120
 — *multifasciata* 120
Neptunea castanea 121
 — *ventricosa* 121
Neritina 166
Niedzwedskia semiretschenskia 320
Nothofagus 154
 — *betuloides* 321
 — *Dombeyi* 321
Nucula mirabilis 121
Numenius infaustus 12
Nymphaea 259
 — *candida* 197
Nyroca fuligula 148
 — *novae-seelandiae* 148

Ochetona pusilla 272
Ocypus 144
Oncotus 148
Onoba aculeus 124
Onthophagus 144
 — *ovatus* 144
Oplegnathus 134
Oscillatoria 330
Osmeridae 154
Osmerus eperlanus dentex 125
Ostrea stentina 141
Otariidae 130
Otiorynchus 144, 145

Palaemon squilla 135
Paludina 166
Pandalus borealis 119
Panomya arctica var. *turgida* 121
Panopaea norvegica 140
Paraspira leucostoma 198, 279, 280
 — *spirorbis* 278, 279, 280, 281, 282
Parastacidae 154
Pecten islandicus 140
 — *tigrinus* 140
Pedaliaceae 320
Pentodon 148
Pentodontoschema 148
Peripatus 332
Perisoreus infaustus 12
Petraeus 144
Petromyzonidae 154

- Phasianella pullus* 141
Phleum alpinum 149, 151
Phoca vitulina 119
Phoenix dactylifera 44
Phylloscopus sibilatrix 12
Physeteridae 131
Pimpinella 144
Pinus 144
Pirus malus 11
Psidium 204
 — *casertanum* 279, 282
 — *obtusale* 275, 279
 — *tenuilneatum* 282
Planorbidae 281
Planorbis 166, 204, 264, 281
 — *albus* 71, 280
 — *contortus* 280
 — *glaber* 278
 — *gredleri* 280
 — *marginatus* 281
 — *planorbis* 276, 278, 279, 280, 281
 — *rosmaessleri* 276, 279, 280
 — *rotundatus* 198
 — *spirorbis* 278
 — *spirorbis* var. *leucostoma* 279, 280
 — *umbilicatus* 278
Plantago 144
Platessa 118
 — *platessa* 118
 — *quadrituberculata* 118
Platichthys stellatus 118
Platyscelis 148
Plethodontidae 149
Pleurococcus 328
Pleuronectes flesus 118
 — *stellatus* 118
Pleurotoma cancellaria 141
Pneumatophorus japonicus 9
Poa 143
Podiceps cristatus 149
Podocarpaceae 319
Polemonium micranthum antarcticum 152
Pollachius virens 6
Polytrichum 23
Pontogeniidae 153
Pontophilus 136
Populus diversifolia 64
Potamobiidae 154
Potentilla 144
 — *reptans* 143
Priapulus caudatus 129
Primula farinosa 149, 151, 152
 — *magellanica* 151
Pristiophorus japonicus 147
Prunus spinosa 11
Pseudarchaster parelii 119
Psolus squamatus 119, 124
Psoroma hypnorum 153
Pteris aquilina 144
Pterostichus 148
Pulvinulina menardi 142
Pupa 166, 275
 — *cupa* 279, 281
 — *muscorum* 275, 276, 279
Pupilla 275, 281
 — *muscorum* 199, 275, 276, 279, 281, 282

Pupilla muscorum var. *edentula* 280, 281, 282
 — *muscorum* var. *unidentata* 280, 281, 282.
 — *sterri* 279, 281
Putorius eversmanni 272

Quercus mongolica 114
 — *pedunculata* 114

Radix auricularia 71
 — *ovata* 279, 280, 282
Raja 128
Rana esculenta 112
Rangifer tarandus 269
Ranunculus 144
 — *aquatilis* 98
Retropinnidae 154
Rhinoceros 322
 — *tichorhinus* 82
Rhodeus sericeus 112
 — *amarus* 112
Rhopalosiphum lactucae-oleraceae 145
Rhus quercifolia 321
Rissoa parva 141

Sabal ucrainica 320
Salix arctica 259
 — *herbacea* 259
 — *polaris* 259, 260
 — *reticulata* 98, 259
Salmo 118
Salmo salar 118
Sapindus 321
Sardina 151
 — *pilchardus* 132
Sardinops 151
 — *coerulea* 132
 — *melanosticta* 132
 — *neopilchardus* 132
 — *ocellata* 132
 — *sagax* 132
Sassafras 323
Saxifraga caespitosa cordillerarum 152
Scarostoma 134
Scaurinae 148
Scaurus 148
Scitamineae 320
Scomber colias 120
 — *japonicus* 120
 — *scombrus* 12
Scomberesocidae 125
Scomberesox saurus 6, 7
Scopelidae 128
Scorpaenidae 133
Scorzonera austriaca 100
Scymnorhinus lichia 147
Sebastodes 133
 — *capensis* 133
 — *oculatus* 133
Selache maxima 133
Senecio campester 100
Sequoia 320, 323
 — *Langsdorffi* 321
Serolis 153
Serranidae 134
Serripes laperousi 122
Simogenius beccarii 144

Sipho herendeeni 121
 — togatus 121
 Sirenia 123
 Smilax grandifolia 321
 Solaster endeca 119
 Somniosus microcephalus 116, 133
 Sonchus 144
 Spalax mirophthalmus 272
 — podolicus 271
 — polonicus 272
 Sperophilus eversmanni 51
 Sphagnum medium 31
 Spheniscus mendiculus 153
 Sphingonotus 101
 — coeruleans 101
 Sphyradium edentulum 281
 Sprattus 131
 — bassensis 131
 — fuegensis 131
 — holodon 131
 Squalus acanthias 147
 Stagnicola palustris 276, 278, 279, 280, 282
 — palustris var. fusca 281
 Sterculia 321
 — tridens 321
 Sterna paradisea 149
 Stipa capillata 51
 Strombus 141
 — bubonius 140
 Struthio chersonensis 273
 — sp. 274
 Struthiolithus chersonensis 273
 Succinea 166, 275, 281
 — elegans 280
 — oblonga 189, 264, 276, 279, 280, 281, 282
 — pfefferi 279, 280, 281, 282
 — putris 280
 Syringa vulgaris 11
 Tamarix 32, 64
 — aureus 140
 Tapes rhomboides 141
 Taxodium 321
 — distichum 321
 Taxus 144
 — baccata 114
 Tellina baltica 121
 Tenebrionidae 148
 Terebellides stromi 129
 Tetraneura 114
 — ulmi 114, 145
 Thalictrum 144
 — alpinum 259
 — minus 100, 143
 Theodoxus fluviatilis 280
 Thymus serpyllum 51, 143
 Tilia argentea 115
 — cordata 114
 — — amurensis 115
 — japonica 115
 Trachyrhynchus lacteola 121
 Tragoceras 321, 322

Trapa 102
 — natans 261
 Trichostetha 148
 Trichotropis borealis 140
 — insignis 121
 Trifolium arvense 143
 Trigla lucerna 132, 133
 — — kumu 132
 Triglidae 132
 Trisetum spicatum 149
 — subspicatum 150, 151, 152
 Tritonium ficoides 140
 Troglodytes bilineatus 147
 Troglodytes bilineatus 147
 Trophon fabricii 122
 Ulmus 114
 — campestris 114
 — foliacea 114
 — montana 113
 — scabra 113
 Umbelliferae 136
 Unio 166
 Unionidae 235
 Urophycis 147
 Vaccinium uliginosum 321
 Valeriana 144
 Vallonia 281
 — costata 279, 281
 — pulchella 279, 281
 — tenuilabris 276, 279, 280, 281, 282
 Valvata macrostoma 278
 — pulchella 278, 279
 Vermetus 141
 Veronica abyssinica 143
 — chamaedrys 143
 — javanica 143
 — montana 143
 Vertigo angustior 282
 — parcedentata 280
 Viola 144
 Vitis praevinifera 321
 Voltzia 318
 Voluta 141
 Vormela sarmatica 272
 Walchia 318
 Xenusion 332
 Xerophila 144
 — striata 281
 Zeidae 133
 Zelkova Ungerii 321
 Zeus 133
 — australis 133
 — faber 120, 133
 — — japonicus 120
 Zonitoides 282

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Звездочкой обозначены страницы, где помещены точные ссылки

Абелев Ю. М. 284, 289*
 Аболин Р. И. 51*
 Абутов Л. В. 219, 220, 289*
 Агафонов В. К. 163*, 167, 168*, 175 192, 203, 228, 266, 278, 289*
 Александров В. 201, 289*
 Алексеев М. П. 90, 91, 94*
 Альбов Н. 152*
 Альперович М. Л. 9
 Андрияшев А. П. 125, 126*
 Андрухин Ф. Л. 162, 236, 284, 286, 287, 289*
 Антипов-Каратаев И. Н. 290*
 Ануфриев Г. И. 97*, 99*, 259*, 290*
 Анучин Д. Н. 39*, 77*, 254, 290*
 Арат 76
 Аристотель 76
 Армашевский П. Я. 172, 191, 193, 203, 257*, 273, 290*
 Арнольд Д. 141
 Арнольд Р. 141
 Арриан 73
 Архангельский А. Д. 158, 170, 179, 192, 205, 207, 225, 226, 251*, 253, 268, 278, 290*
 Афанасьев Я. Н. 159, 168, 193 207, 209, 217, 258*, 263, 264, 269, 290*
 Бараков П. Ф. 243, 290*
 Барбот-де-Марни Н. П. 167
 Барро Стивен 90
 Барсов Н. П. 35
 Барро Христофор 90, 91
 Бартольд В. В. 20, 63*, 68*, 69*, 71*, 73*, 74*, 87*
 Батурин В. П. 179, 290*
 Бекингем 58
 Белоусов А. К. 175, 290*
 Берг Л. С. 5*, 7*, 9*, 23*, 26, 32*, 33*, 34*, 35*, 47*, 51*, 54*, 58*, 73*, 87*, 90, 94*, 95*, 101*, 106*, 108*, 120, 126*, 133*, 137*, 154*, 172, 187, 191, 192, 195, 205, 207, 208, 248, 249, 253, 255*, 256*, 261*, 262, 271, 272, 277, 290*, 311*, 323*, 324*, 333*
 Берг Л. С. и Игнатов П. Г. 32*
 Бергстен 13
 Беседин П. Н. и Сучков С. П. 240*, 291*
 Бете 22
 Бецольд К. 75*
 Бианки В. Л. 152
 Билленко Д. К. 174, 194, 212, 291*
 Бирштейн Я. Л. 113*
 Благовещенский Н. В. 51
 Благовещенский Э. Н. 291
 Благовидов Н. Л. 211, 222, 291*
 Бланкенгорн 82
 Блэнфорд 19, 74
 Богачев В. В. 322*
 Богданов М. Н. 33, 61*, 109*
 Богданович К. И. 170, 291*
 Боголепов М. 85*, 86*, 87*
 Боголюбов Н. Н. 195, 291*
 Богословский Н. А. 39*, 47*, 53*, 54*, 177, 178, 291*
 Большев Н. Н. и Евдокимова Т. И. 330, 333*
 Бондарчук В. Г. 168, 179, 193, 208, 213, 217, 266, 275, 276, 277, 280, 291*
 Борисак А. А. 228*, 291*, 322*
 Борцов И. Г. 60*
 Борхард А. 43
 Брандт А. 273, 291*
 Браунер А. А. 291*
 Бриннер Э. 20, 35, 100
 Бродский А. Л. 283, 292*, 330, 333*
 родский А. Л. и Самсонова М. Ф. 283, 292*
 Броун В. Р. 313*
 Бурчак-Абрамович М. 273, 292*
 Бутаков Н. 32, 317*
 Бутов П. И. 237*
 Буш Н. А. 52*
 Быстров С. В. 172, 284, 285*, 287, 288, 292*
 Бычкин А. 243, 292*
 Бялыницкий-Бируля А. А. 55*, 123
 Вагнер А. 15
 Вавилова З. К. 235, 292*
 Ваксман С. А. 329, 330, 331, 333*
 Валиханов Ч. 70*
 Вальтер И. 20, 57*, 81, 170
 Варрон 77
 Васильковский Н. П. и Толстихин Н. И. 268, 292*
 Вебер В. Н. 292*
 Вегенер А. 13, 100*, 309
 Вейнберг Я. 37*
 Венюков М. И. 19, 74, 87*
 Вернадский В. И. 23, 26*, 27*, 28*, 187, 257*, 292*, 328, 333*
 Веселовский К. С. 20, 85, 86*, 87*
 Визе В. Ю. 6*, 7*, 9*, 92, 95*
 Вильд Г. И. 36*
 Виленский Д. Г. 54*
 Вильямс В. Р. 292*
 Виноградов Л. Г. 113*
 Виноградов-Никитин П. З. 39
 Виноградский 331
 Вислоух И. К. 292*
 Вислоухий Петр, сборщик податей 90
 Воейков А. И. 20, 85*, 87*, 93, 246, 292*
 Вознесенский А. В. 244, 247, 292*
 Вологдин А. Г. 55*, 314*
 Вольфштедт П. 160, 292*
 Воллосович К. А. 123
 Воллосович К. А. и Павлова М. В. 292*
 Воробьев С. О. 292*
 Воронов А. Г. 35
 Воронов Ф. И. 158, 162, 195, 240, 284, 285, 286, 292*
 Воронов Ф. И. и Дмитриев В. Л. 236, 240, 251, 284, 286, 287
 Вудруф 92
 Высоцкий Г. Н. 42, 43*, 49*, 52*, 53*, 58*, 78*, 227, 292*

- Гаель А. 187, 292*
 Гайз Ван 27
 Гамс Ганс и Нордгаген Р. 96*, 261
 Ганссен Ганс 172, 181, 182, 183, 186, 189, 293*
 Гвоздецкий В. М. 206, 228, 293*
 Гевеус Т. В. и Беэте 311*
 Гедройц К. К. 54, 159, 180*, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 239, 293*
 Гейм А. 46, 195
 Геккер Р. Ф. 278, 293*
 Гельмерсен Г. 36*
 Геммерлинг В. В. 293*
 Гентингтон Е. 19, 63, 64, 65, 74, 80, 81, 82, 86*
 Герасимов И. П. 161, 162, 226, 227, 237, 254, 293*
 Герасимов И. П. и Марков К. К. 97*, 172, 182, 185, 194, 217, 293*
 Герлинг Э. К. 308*
 Геродот 76, 82
 Гесиод 76
 Гётц В. 19, 23, 87*, 88*
 Гильдебрандсон 20
 Гильдершейд Г. 79
 Гинзбург И. И. 257, 293*
 Глинка К. Д. 50, 51*, 53, 58, 170, 172, 205, 219, 220, 227, 228, 258*, 264, 293*
 Глинка К. Д. и Сондаг А. А. 219, 294*
 Голенищев В. 83
 Голлербах М. М. 328, 333*
 Горбунов Б. В. 183, 184, 187, 202, 237, 240*, 262*, 264, 294*
 Гордягин А. 34, 87*, 107*, 294*
 Горностаев Н. Н. 192, 294*
 Горюков Б. Н. 259*, 261*, 294*
 Горшенин К. П. 40*, 208, 210, 294*
 Готье Ю. В. 94*
 Градман Р. 46
 Граман Р. 169, 192, 294*
 Гризебах А. 152*
 Григори Дж. 20, 84, 314*
 Грумм-Гржимайло Г. Е. 19, 63, 68, 69, 70, 87*, 88*
 Гукер Дж. 151
 Гумбольдт А. 19
 Гурвич И. Я. 246, 294*
 Гуров А. В. 193, 203, 294*
 Давыдов В. К. 95
 Даниловский И. В. 275, 279, 281, 294*
 Данышин Б. В. 168, 224, 225, 294*
 Дарвин Дж. 309
 Дарвин Ч. 128, 129, 138*
 Датский Н. 10
 Даченко П. 49*, 177
 Де Геер Г. 324*
 Деминский И. 59, 60*
 Ден В. Э. 47*
 Денисов Н. Я. 183*, 186, 187, 241, 286*, 287, 288, 294*
 Дерюгин К. М. 116, 125, 127*, 129*
 Джефрис Г. 310
 Димо Н. А. 59, 158, 172, 198, 199, 201, 221, 294*
 Дингельштедт Н. 56, 57
 Дмитриев Н. И. 170, 194, 206, 212, 229, 236, 240, 264, 278, 286*, 287*, 294*, 295*
 Добров С. А. 295*
 Доктуровский В. С. 97*, 99*
 Докучаев В. В. 20, 29, 37, 43, 47*, 55, 56, 85, 88*, 167*, 179, 192, 214, 225, 295*
 Доленко Г. И. 51*
 Долл В. 124
 Домбровский В. В. 163*, 295*
 Домрачев П. Ф. 32
 Драницын Д. А. 48, 51, 295*
 Дубына И. В. 326, 333*
 Дубянский А. А. 40*, 41
 Дубянский В. А. 57*, 62*, 65, 249, 295*
 Дурденевская М. В. 288, 295*
 Дьяконов А. М. 119*, 125, 126, 127*
 Гленкин А. А. 326, 333*
 Емельянов Н. Д. 295*
 Ермилов И. Я. 222, 295*
 Ермолаев М. М. 163*, 222, 295*
 Жадин В. И. 274, 277, 295*
 Жирмунский А. М. 97*, 173, 218, 220, 295*
 Жемчужников Ю. А. 316*
 Жолтинский И. 158
 Жузе А. П. 261, 295*
 Жуков М. М. 201, 226, 277, 295*
 Жуковский В. А. 71
 Зайков Б. Д. 92, 93, 95*
 Зайцев А. М. 196, 197, 295*
 Залесский М. Д. 316*, 317*
 Замарин Е. А. и Решеткин М. М. 285*, 295*
 Заморий П. К. 198, 207, 212, 217, 228, 229, 237, 249, 295*
 Засухин Д. 330, 333*
 Зауер А. 170, 304*
 Захаров Л. З. 60*, 172
 Захаров С. А. 190, 201, 296*
 Захаревич В. А. 316*
 Земятченский П. А. 42*
 Зергель В. 195, 196, 252*
 Зольгер Ф. 256
 Зубов Н. Н. 6, 9
 Ибн Хаукаль 73
 Игнатов П. Г. 32, 100, 107*
 Иванов А. П. 168, 200, 216, 269, 296*
 Иванова Е. Н. 159, 269
 Измайловский А. 43, 56*
 Ильин М. М. 114*, 172*
 Ильин Р. С. 170*, 172, 220, 258, 270, 271, 296*
 Имшенецкий И. З. 200, 296*
 Иосиф Флавий 181
 Искюль В. 221, 254*, 296*
 Истахри 73, 75
 Казаков М. П. 161, 162, 175, 184, 185, 186, 224, 296*
 Кайгородов Д. Н. 10*
 Кайе Л. 166
 Калитин Н. Н. 16*
 Калицкий К. 247, 296*

- Каминский А. 296*
 Кант 19
 Карамзин А. Н. 42, 49*
 Карк И. 296*
 Карпинский А. П. 264, 296*
 Кассин Н. Г. 250, 257*, 269, 296*
 Кассиодор 45
 Катон 77
 Кауфман А. А. 33, 34
 Кац Н. Я. 24*, 97*, 99*
 Качурин С. П. 10*
 Кейльгак К. 165
 Кельбль Л. 169, 178, 267, 285, 296*
 Кеппен Ф. П. 70*
 Кесслер К. Ф. 12
 Кесъ А. С. 71*, 190
 Кийз Ч. 169, 244, 297*
 Клилинг 81
 Киснер Дж. 12, 14
 Клавихо Рюи-Гонзалес де 71, 72*
 Кленова М. В. 267
 Клеоносов Ю. 97*, 115*
 Клинке И. 24, 30, 31
 Клуе 324
 Книпович Н. М. 5*, 6*, 77*, 124, 127*
 Кобозов Н. 222, 297
 Ковальский М. 99*
 Козлова Е. В. 274, 297*
 Козырев А. А. 107*
 Колесников В. П. 322*
 Колоколов М. Ф. 221, 222, 297*
 Колумелла 77
 Комаров В. Л. 151*
 Кононова М. М. 333*
 Константин Багрянородный 38*
 Коншин А. М. 62*, 108*
 Коржинский С. И. 25, 48*, 52*
 Коровин М. К. 325, 333*
 Короткий М. Ф. 55
 Корчагин П. 11*
 Коссович П. С. 57*, 58*, 177, 190, 297*
 Костюкевич А. В. 194, 219, 297*
 Костычев П. 48*, 52*, 59*
 Краснов А. 320*
 Краснопольский А. 33*, 297*
 Красовский А. В. 172, 297*
 Красюк А. А. 51, 54, 170, 211, 214, 215, 216, 220, 221, 222, 224, 264, 297*
 Крашенинников И. М. 26, 55
 Криштафович Н. И. 170, 196, 264*, 265*, 297*
 Криштофович А. Н. 123*, 127*, 160, 316*, 318*, 321*, 322, 323*, 325, 333*
 Крокос В. И. 156, 168, 170, 175, 179, 185, 192, 194, 195, 196, 198, 203, 204, 207, 209, 214, 216, 217, 218, 228, 229, 237, 251, 252, 258*, 263, 264, 266, 280, 297*
 Кропоткин П. А. 19, 67*, 88, 167, 298*
 Крылов П. Н. 48
 Кудрин С. А. и Розанов А. Н. 175, 240, 298*
 Кудрявцев Н. 168, 298*
 Кузнецов Н. И. 49*, 52*
 Курбатов С. М. 222, 254*, 298*
 Куропаткин А. Н. 70
 Курций Квинт 72
 Лавренко Е. М. 48*, 54*, 96*, 97*, 100*, 174, 298*
 Лаврова М. А. 125, 126, 127*
 Лалаянц Е. 109*
 Ларин И. В. 209, 298*
 Ласкарев В. Д. 170, 195, 208, 225, 298*
 Леваковский И. 29*
 Левинсон-Лессинг Ф. Ю. 173, 298*
 Левицкий А. П. 25
 Левченко Ф. И. 201, 298*
 Ледебур К. Ф. 99
 Лейтер Г. 20, 81
 Лепикаш И. А. 298*
 Линдберг Г. У. 213
 Линдгольм В. А. 278, 282, 298*
 Личч Г. 110*
 Липинский 41*, 42
 Лисицын К. И. 298*
 Личков Б. Л. 206, 257, 298*, 299*
 Локоть Т. 58
 Ломоносов М. В. 4
 Лошак, русский кормщик 90
 Любченко А. Е. 299*
 Ляйель Ч. 165*, 166, 167, 275, 299*
 Лунгерсгаузен Л. 203, 275, 299*, 312*, 313*
 Мазарович А. Н. 226, 252, 269, 299*
 Майков Л. Н. 47*, 55*
 Макеев П. С. 299*
 Макаров Я. А. 299*
 Максимович Н. 37*, 38*
 Маляревский К. 222, 299*
 Марков Е. С. 34, 109*
 Марков К. К. 97*, 165*, 182, 185, 191, 194, 217, 226, 237, 256, 259*, 299*
 Мартыненко М. А. 114*
 Марш Антон 91
 Масальский В. И. 65
 Матисен А. А. 247, 299*
 Махов Г. Г. 212, 213, 214, 299*
 Мейнардус В. 13
 Мельник М. А. 279, 280, 282, 299*
 Миддендорф А. 10, 61*, 121*, 170, 299*
 Милановский Е. В. 267, 270, 299*
 Минаев И. П. 74
 Мирчик Г. Ф. 170, 191, 192, 193, 194, 195, 203, 204, 209, 213, 214, 217, 222, 227, 231, 232, 252, 264, 268, 299*, 300*
 Миссуна А. Б. 192, 193, 300*
 Митте 76*
 Михайлов Е. 267
 Михальский А. 193, 300*
 Молчанов П. А. 15
 Мордвилко А. К. 114*, 145*
 Морозов Г. Ф. 46*, 158, 159, 214, 225
 Морозов С. С. 176, 182, 183, 214, 300*
 Москвитин А. И. 198, 199, 207, 217, 218, 233, 300*
 Мургочи Г. 49, 88
 Мурзаев Э. М. 65, 257, 300*
 Мушкетов И. В. 19, 56*, 59*, 61*, 73*, 88*, 167, 170, 189, 202, 204, 242, 264, 300*
 Мюлен М. 30

Набоких А. И. 170, 195, 209, 214, 229, 251, 266, 300*
 Нансен Ф. 7
 Нейман Г. 76
 Нейштадт М. И. 97*, 99*, 258, 260, 261, 300*
 Неуструев С. С. 62*, 158, 159, 172, 175, 177, 187, 189, 200, 210, 211, 213, 217, 225, 226, 235, 240, 243, 248*, 262, 301*
 Неуструев С. С. и Бессонов А. И. 210, 225, 226
 Неуструева М. В. 242, 301*
 Никитин С. Н. 20, 24*, 26*, 39, 40*, 41, 42*, 49*, 89*, 127, 189, 251, 301*
 Николаев Н. И. 227, 301*
 Никшич И. И. 201, 250, 301*
 Новопокровский И. 26

Обручев В. А. 61*, 169, 170, 173, 176, 195, 202, 211, 212, 229, 230, 233, 234, 238*, 239*, 242, 245*, 249*, 251, 257*, 260, 261, 262, 263, 264, 267, 301*, 302*, 333*
 Обручев С. В. 127*
 Овчинников П. Н. 320*
 Огнев Г. Н. 51, 54*, 302*
 Огнев С. И. 70*, 190*
 Одинцова С. В. 327, 333*
 Окиншевич Н. 47*, 49*
 Окснер М. Н. 150*, 153*
 Оловянишников Г. И. 160, 302*
 Ольк Ф. 20, 45*, 77*, 89*
 Омелянский В. Л. 333*
 Онгстрем А. 15
 Опкоков Е. В. 20, 37, 38*, 86*, 89*
 Осокин Л. С. 285, 286, 302*

Павзаний 44
 Павлов А. П. 171, 172, 246, 250, 251, 257*, 268, 302*
 Палейский В. 60*
 Паллас П. С. 33, 70*, 113
 Панков А. М. 40*, 41
 Партч И. 20*, 77, 81, 83*
 Пассарге С. 19
 Пачоский И. К. 47*, 100*
 Певцов М. В. 70*
 Пенк А. 19, 20, 21, 26, 27*, 89*, 103, 107, 252, 302*, 324*
 Перчас М. В. 91
 Петров Б. В. 270, 302*
 Петц Г. Г. 494, 302*
 Пиа Ю. 314*
 Пидопличка И. Г. 168, 261, 272, 273, 302*
 Пименова Н. В. 179, 282, 302*
 Пиотровский В. Ф. 107
 Питри Флиндерс 78*, 79, 81*, 89*
 Плиний 43, 45, 46, 71
 Пичман Р. 81
 Погребов Н. Ф. 41, 42*
 Поленов Б. К. 302*
 Полибий 46
 Поло Марко 74
 Польнов Б. Б. 185, 188, 237, 240, 267, 302*
 Полканов А. А. 313*
 Поляков И. С. 40*
 Помпецкий 322

Пономарев Г. М. и Седлецкий И. Д. 183, 239, 302*
 Попов В. И. 303*
 Попов М. Г. 320*
 Попов Т. И. 55*, 285
 Порубиновский А. М. 158, 303*
 Посохов Е. В. 32*
 Потанин Г. Н. 109*
 Православлев П. А. 108*, 109*, 170, 173, 200, 204, 237, 303*
 Прасолов Л. И. 51, 170, 187, 303*
 Прасолов Л. И. и Даденко П. 49, 177, 303*
 Прасолов Л. И. и Неуструев С. 226, 303*
 Прасолов Л. И. и Роде А. 227, 303*
 Преображенский И. А. 175, 303*
 Птоломей 80
 Пустовалов Л. В. 162, 241, 303*
 Пясковский Б. В. 257*, 303*, 334*

Рабинерсон А. И. 241, 303*
 Радлов В. В. 70
 Раммельмейер Е. С. 329
 Ратнер Е. М. 303*
 Резниченко В. В. 257*, 303*
 Рейнгард А. Л. 200, 303*
 Ремезов Н. П. 240, 303*
 Рессель Г. Н. 23*
 Решеткин М. И. 285
 Ризположенский Р. 303*
 Рихтгофен Ф. 28, 160, 167, 170, 233, 234, 242, 303*
 Роде А. А. 159, 161, 173, 188, 303*
 Розанов А. Н. 226, 303
 Розанов А. Н. и Шукевич М. М. 159, 161, 185, 186, 303*
 Розен М. Ф. 108*
 Розов Л. П. 268, 303
 Рубашев Б. М. 16
 Румянцев А. И. 9*
 Румянцев П. 106*
 Рязанцева З. А. 8*

Сабардина Г. С. 61*
 Саваренский Ф. П. 168, 173*, 183, 209, 225, 266, 228, 229, 277*, 284*, 286, 303*, 304*
 Савинов И. И. и Францессон В. А. 158, 162, 262*, 264, 276, 304*
 Савич В. М. 60*
 Сакс В. Н. 123, 127*
 Самсонова М. Ф. 283, 292*
 Санджар, султан 71
 Сахни Б. 317*
 Свердруп Г. 6
 Световидов А. Н. 125, 126, 127*, 133*, 146*, 147
 Святский Д. О. 11*
 Седергельм 12
 Седлецкий И. Д. 180, 185, 239*, 304*
 Сибирцев Н. М. 170, 208, 225, 304*
 Сибирцев Н. М. и Щеглов И. 220
 Скворцов Ю. А. 159, 304*
 Скориков А. С. 101
 Смирнов В. П. 50*, 127*
 Смирнов И. И. 211, 304*
 Смирнов Н. А. 127*

Соболев Д. Н. 304*
 Соболев С. С. 173, 206, 212, 213, 215, 252, 304*
 Соболева А. 8*, 17
 Соколов Д. В. 173, 174, 177, 188, 228, 229, 255*, 304*
 Соколов Д. В., Виноградова О. С. и Элькинд Г. А. 304*
 Соколов Н. А. 43*, 85*, 89*, 170, 228, 229, 243, 281, 304*, 322
 Соколов Н. Н. 86, 173, 194, 254, 305*
 Соколовский А. Н. 177, 239, 240, 241, 253, 287, 305*
 Сондаг А. 221, 305*
 Стайн А. 65, 66
 Степанов И. И. 316
 Страхов 44, 55, 73*, 86
 Страхов С. М. 333*
 Сукачев В. Н. 24*, 25*, 31*, 46, 47*, 99*, 101*, 172, 197, 200, 259*, 283, 305*
 Сукачев В. Н. и Долгая З. К. 200, 259*, 305*
 Сумгин М. И. 10*
 Сухнин П. П. 274, 275, 305*
 Сучков С. П. 240

Талиев В. И. 47*
 Танфильев Г. И. 20, 23*, 24*, 25, 30*, 31, 33, 47, 48*, 53*, 85*, 89*, 168*, 170, 237, 305*
 Татищев, историк 90
 Тацит 45, 46
 Твенхофел У. 186, 257*, 305*
 Теофраст 76
 Теплов 192
 Тилло А. А. 32
 Тихомирова Т. Ф. 209, 298*
 Токарь Р. А. 305*
 Толмачев А. И. 323*
 Толстихин Н. И. 163, 180, 214, 222, 236, 251, 268, 305*
 Тольский А. 34
 Трейтц П. 245
 Трофимов И. И. 197, 305*
 Трутнев А. Г. 158, 221, 305*
 Тугаринов А. Я. 274, 306*
 Тулайков Н. М. 190, 306*
 Тумин Г. 306*
 Тутковский П. А. 170, 195, 242, 251, 253, 254, 255*, 256*, 257*, 260*, 262, 264, 265, 267, 306*
 Тхоржевский А. И. 34
 Тюлина Л. Н. 8
 Тюрин И. В. 54, 220, 306*, 330, 331, 333*
 Тюрин И. В. и Тюрин Е. И. 263

Уваров Б. П. 101
 Уиллис Б. 171
 Уитни Дж. 19, 20,
 Уоллес А. 139, 144

Федоров Б. М. 175, 306*
 Федоров Е. С. 99*
 Федорович Б. А. и Кесь А. С. 71*, 190, 249, 306*
 Федюнин А. В. 80
 Фесепков В. Г. 22*, 23*, 308*

Филатов М. М. 192, 224, 306*
 Филиппсон А. 20, 77*, 78*, 83*, 89*
 Фишер Т. 19, 77*, 83*
 Флеров А. В. 24*, 30*, 31, 47
 Флетт Дж. 315*
 Флоров Н. П. 192, 209, 214, 238, 266, 306*
 Фолконер 138*
 Форель Ф. А. 101
 Формозов А. Н. 55
 Фрейберг И. К. и Румницкий М. Г. 209, 306*
 Фролов А. М. 60*

Хаинский А. 306*
 Хаукаль, ибн 73
 Хафиз-Абру 71
 Хименков В. Г. 215, 216, 219, 268, 306*
 Хитрово А. А. 48
 Хоменко И. П. 100, 123, 124, 127*, 322*
 Хоуэлл Б. Ф. 325, 333*

Цебриков 37
 Цезарь Юлий 45, 46
 Цинзерлинг Ю. Д. 100
 Циттель К. 81

Чеботарев И. И. 306*
 Черри Фрэнсис 91
 Черный А. П. 306*
 Черский И. Д. 170, 306*, 307*
 Чингиз-хан 68, 74
 Чирвинский П. Н. 318*

Шатский Н. С. 21*
 Шведов М. С. 162, 166, 307*
 Шенберг Г. Г. 243, 244, 307*
 Шешукова В. С. 101
 Шкапский О. А. 33, 61*
 Шмидт П. Ю. 120*, 127
 Шмидт Ф. Б. 254, 307*
 Шмидт Ю. А. 62*, 116*, 127*
 Шмук А. А. 331
 Шокальская З. Ю. 316
 Шпейер В. К. 39*
 Шредер Р. Р. 254
 Шренк А. 10
 Штаден Генрих 90
 Штромберг, лесничий 61*
 Шукевич М. М. 159, 161, 162, 185, 185
 Шульгина Л., Берсенева В. и Норкина С. 188, 307*, 329, 330, 333*
 Шульд Г. 11*
 Шульд К. К. 32
 Шухерт и Данбар 325, 326, 332
 Шюдо Р. 84, 307*

Щеглов И. Л. 193, 220, 221, 307*

Эберзин А. Г. 322*
 Эбермайер 52
 Эгинитис Д. 44, 76
 Эдельштейн Я. С. 202, 307*
 Эйгенсон М. С. 16
 Экольм Н. 20
 Эккард В. 20
 Экман Свен 120, 124, 127*
 Эрбетт Ер. 20, 88*

Юм У. 81
Юрьев М. М. 31,
Юсупова С. М. 159, 161, 239, 285, 307*

Яворовский П. К. 237, 307*
Яворский В. И. и Бутов П. И. 307*
Ядринцев Н. М. 33, 89*
Якобсон Г. Г. 147*, 148
Яковлев С. А. 52, 200, 232, 233, 307*
Якубов Т. Ф. 244, 307*
Ярмоленков В. А. 323*

Aangström A. 14, 16*
Alden W. C. 86*, 87*
Alluaud Ch. 145*
Andersson G. 223, 234, 273, 274, 289*
Anteys E. 289*
Arambourg G. 126*
Arrhenius Sv. 44

Baer K. 36*
Barbour G. W. 213, 223, 290*
Barton E. 129*
Bate D. 274, 290*
Bedford 273
Bensley B. A. 273, 290*
Berkey Ch. и Morris 274, 291*
Birkeland B. 6*
Blanckenhorn M. 82, 87*
Blanford W. 87*
Blayac J. 109*
Bolkay St. 140*
Borchardt L. 43*
Bradley W. H. 143*
Bramlette M. N. 143*
Brandt A. 291*
Breu G. 31
Broch H. 119*
Brockmeier H. 292*
Brückner Ed. 87*, 95*
Brunt D. 16*
Burnes Alex. 72*

Cajander A. K. 25
Chamberlin Th. 306*
Chaney R. H. 306*
Chappuis P. A. 145*
Cholnoky J. 67*
Chudeau R. 84, 110, 307
Clarke F. W. 27
Coleman A. P. 312*, 317*
Correns G. W. 142
Cotton C. A. 297*
Cushman J. A. 142, 143*

Davis W. M. 317*
Dacqué E. 314*, 319*
Dall W. H. 121, 122*, 127*
Daly R. A. 22
Dana D. 134*, 138
Decandolle A. 149*
De Geer G. 324*
De Ward R. 294*
Dollfus C. F. 141*
Dollo L. 128*, 129
Dawson W. 326

Du Rietz E. 137, 150*, 154*
Du Toit A. 163*, 295*

Eckardt W. R. 88
Eginitis D. 77
Ehrmann A. 81*, 295*
Ekholm N. 88
Engelhardt R. 134*
Engler A. 143
Ettingshausen G. 135*
Falconer D. 85
Fischer Th. 77*, 89*
Florin R. 309*, 319*, 320*
Fraas G. 76
Franz V. 147*
Free E. E. 306*
Früh J. 46*

Gadow H. 153*
Gams H. 96*, 101, 102
Garnett A. 45*
Gautier E. F. 62*
Geyer D. 281, 293*
Gignoux M. 139*, 140*
Gilbert G. K. 106*
Gilchrist 131*, 133*
Götz W. 19, 87*, 88*
Grabau A. W. 294*
Gradmann R. 45*, 46*
Grahmann R. 238, 267, 294*
Granet M. 294*
Gregory J. W. 45, 84*, 88*
Gsell St. 88
Günther R. 110*, 116*, 127*

Hackel E. 153*
Hakluyt R. 94*
Handlirsch A. 139*
Hann J. 88*
Harder P. 127*
Harmer F. W. 121, 127*
Harshberger J. 152*, 153*
Haug E. 141*
Heywood H. 293*
Henbest L. G. 143*
Hennig E. 311*
Herbette E. 87*
Hesse R. 135*
Hilber V. 275
Hildebrandsson H. 88
Hilderscheid H. 88
Hobbs W. H. 294*
Hoernes M. 77
Hofsten M. 116*, 127*
Högbom I. 293*
Hooker J. 149, 150*
Hsieh C. K. 294*
Humboldt A. 88
Hubbs C. L. 127*
Hume W. F. 88*
Huntington R. 71*, 79*
Hutchinson G. E. 145*

Irmischer E. 135*
Jansen Ad. 7*, 127*
Jones H. S. 333*
Jordan D. S. и Evermann B. 133*

Kassner G. 14
Keeling 81
Keilhack K. 256, 296*
Klinge J. 30
Kobelt W. 84, 144*
Köhler G. 246
Kölbl L. 267, 296*
Köppen W. 100, 297*, 309*
Koken E. 317*
Kolbe H. J. 144*, 147*
Korn H. 315*
Krümmel O. 151*

Lambert W. D. 309
Lambrecht K. 298*
Lapparent A. 298*
Lauscher F. 13
Leather J. W. 58*
Leiter H. 46*, 83, 88*
Lee J. 213
Lencewicz S. 298*
Lyell Ch. 165, 166*, 299*
Lynoh H. 34*
Lohman K. E. 143*
Loczy L. 299*
Lotsy P. 135*
Lowe P. R. 273, 298*
Lütken Ad. 133*

Machatschek Fr. 299*
Mac Culloch A. R. 131*, 134*
Malaise R. 137*
Marloth R. 85
Merzbacher C. 299*
Messerschmidt D. 113*
Moffit F. 127*
Moyer R. T. 300*
Moore W. 43
Murgoci G. 50*, 88*
Murphy R. G. 129*, 130*
Murray G. 129*, 136*
Müller S. 102*
Münichsdorfer F. 300*

Nansen F. 22
Neger F. W. 321*
Nehring A. 300*
Neumann G. 44*, 89*
Nilsson E. 106*, 143*
Nordhagen R. 96*, 101, 102
Norman R. 147*

Odhner N. 127*
Oliver F. K. 148*, 302*
Ortmann A. E. 136*

Partsch J. 44*, 76, 81, 89*
Passarge S. 89, 302*
Paulsen E. M. 12*
Pellegrin J. 131*, 133*
Penck A. 19, 21, 27*, 89*, 103*, 302*, 324*
Petrie Flinders W. M. 78*, 81*, 89*
Pettersson O. 95*
Pietschmann F. 81*

Ping G. 302*
Pfeffer G. 136*
Pohle R. 25*
Pumpelly R. 89*

Rathjens G. 303*
Regan C. T. 132*, 133*, 134*
Reifenberg A. 163*, 303*
Reindl J. 44*
Rickmers 100*
Richthofen F. 28, 233, 303*
Rogers W. 85, 89*
Ross J. 136*
Roth S. 303*
Rungaldier R. 303*
Ruprecht F. 30*

Shaw Ch. 307*
Scheidig A. 307*
Schenk H. 152*
Scherhag R. 6*
Scherzer W. 307*
Schimper A. 144*
Schmitthenner H. 246, 307*
Schomberg F. 65*
Schott W. 142*
Schrötter G. 46
Schuchert Ch. 333*
Sykes P. M. 74*
Stein M. Aurel 65*, 66*
Steinhauser F. 14
Sieger 74*
Siivonen L. и Kalela O. 12*
Smith J. P. 124, 127*, 154*
Soergel W. 304*
Solger F. 305*
Soot-Ryen T. 127*
Steller G. W. 130*
Stenz E. 307*
Stenzel A. 89*
Sturany B. W. 275, 307*

Tholens R. 63*
Teilhard de Chardin 305*
Tietze E. 74*
Tomaschek W. 74, 89*
Toroddsen Th. 305*
Trask P. D. 143*
Trouessart 130*
Troughton E. 131*

Wagner A. 15*
Wahnschaffe F. 170, 292*
Wallace A. R. 139*
Walther J. 81*, 87*, 292*
Watt A. 79*, 87*
Wegener A. 14, 100*, 309
Wepfer E. 140*
Werveke L. 292*
Wiedemann A. 83
Wilson J. H. 127
Willis B. 213, 292*
Whitney J. 20*, 87*
Wood Rob. 80
Wollny 58

УКАЗАТЕЛЬ

предметов и географических названий

- Абиссиния, сев. растения и животные 143—145
 агрегаты в лёссе 183—184
 Алакуль оз. к вост. от Балхаша 33
 Алешковские пески 59
 аллювиальные почвы Волги, механ. состав 268
 аллювиальный лёсс 190, 196, 203
 аллювий как предполагаемый источник пыли 251—253
 — на Лене 190—191
 — лессовидный на Мургабе 190
 — в Мугани 190
 Алма-ата, осадки 34
 альбатросы 152
 Альпы, прежний климат 101
 амфибореальное распространение
 — наземных организмов 112—115
 — морских 116—127
 — рыб 116—118
 — моллюсков 118—119
 — иглокожих 119
 — ракообразных 119
 — кишечнополостных 119
 — млекопитающих 119
 — причины 119—126
 амфиоцифическое распространение 125
 Антарктика в эоцене 320
 анчоус в Балт. м. 12
 Аральское море, уровень 31—32, 73—108
 араукариевые 317, 319, 320
 Арктика, условия плавания 90—94, лессовидные породы 223
 Афины 76
 Африка сев.-зап., климат 83—85
 Ащи-куль оз. в низовьях Чу 33
- Бактрия 72
 бактерии
 — в песках 187
 — в лёссах 188
 — в почвах 328—329
 — нитрифицирующие 327
 Балх г. и р. 72
 Балхаш, уровень 32—33, хим. состав воды 106
 Баренцево море, потепление 5—7
 Барсуки пёски 60, 61
 Сарханы 255, в Сахаре 62, 110, предполагаемые в Полесье 5—256
 бейделлит 239
 белковые вещества в почве 330—331
 Белое море, потепление 8
 Бессарабия 49
 биполярность 128—155
 — водных млекопитающих 129—131
 — китов 130—131
 — мнение Дарвина 138—139
 — морских рыб 131—134
 — причины 134—139
 — следствие ледниковой эпохи 137
 — среди наземных организмов 147, 153
- биполярность и ледниковая эпоха 155
 бобр 70, в неотических отложениях 322
 Боденское оз., уровень 101—102
 болота 24
 бореальная трансгрессия 126
 бриннеровы периоды 35
 Бузулукский бор 42
 бури пыльные 243—244, 246, в Египте 250
 бэровские бугры 108
- валунный лёсс 191—192
 валунные суглинки, лессовидные 191—192, хим. состав 175, 176
 валуны в лёссе 266
 Ван оз., уровень 110
 верблюды, в Египте 83, ископаемый 100, 101
 ветреница, зацветание 12
 Виллой р., лессовидные породы 222
 виноград, сев. граница в Баварии 44, южн. граница в Палестине 45, сев. в Риме 45, в Крыму 86
 влажность почвы 56
 водоросли в почвах 327—328
 водяника 151
 возраст Земли 308
 Волга, верховья 40
 воронежские покровные породы 227—228
 вулканический пепел лессовидный 249
 высыхание украинских степей 43
 вяз 113, 114, 145
- геосинклинали 21
 Герируд р. 73
 гидратация 26—27
 Гилея 59
 гиппопотам в плиоцене 322
 глеоканса 327
 глины краснобурые 228—229, лессовидные 159, 205, покровные 215, 223—225, структурные 224, сыровые 225—227
 глобигерины в осадках Атлант. ок. 142—143
 Гокча оз. см. Севан
 Голодная степь, лёсс 201
 Гольфштром и потепление 14
 горчак 112, 113
 графит в археозое 326
 Гренландия, потепление 7, третич. флора 321, 322—323
 Греция 44, климат 76
 грибы в почвах 329
 гривы 105
 гуминовая кислота 330
 гумус 330, в лёссе 261—263
 гумусовые горизонты в лёссе 263—264
 гусь-сухонос, яйца 274
- Дандан-уйлик, развалины 65
 девон, климат 315—316
 дегидратация 27
 деградация черноземов 53—54, 177
 делювиальная теория образования лёсса 171, возражения против нее 268—271

- делювиальные лёсы 270—271
 делювий 172—173, 269
 деревья отмершие, в горах 99—100
 Джашкент, развалины 73
 древний красный песчаник 315
 дуб 46, 48, 49
 дюны материковые древние 255—256
- Египет, климат в древнем Е. 81—83
 ель 46, 52
- Женетское оз., уровень 101
 жизнь на докембрийских материках 325—333
 жуки, биполярные 147—148
- запасы влаги в атмосфере 20, в почве 22
 засушливая эпоха 96—102
 Земля, возраст 308
 Зеравшан, р. 73
 Зере оз., уровень 74—75
 зональность покровных пород 214—217
 зоны климатические, их изменения 111, покровных пород 214—217
- известковистые суглинки 203—204
 изменение климата в историческую эпоху 19—89
 изображения на скалах 77
 Ильмень оз., уровень 86
 импульверизация 227
 Иран, климат 74
 Иртыш, террасы у Омска 177
 Иссык-куль, уровень 32—33
 Италия, климат в древности 77—78
- Калахари 85
 Каракумы приаральские 57, 60, 61
 Каракумы туркменские 61—62
 карбон, климат 316—317
 карты распространения лессовидных пород 231—233, 238
 каспийские отложения 204—205
 Каспийское море, уровень 90—94, 108
 Кашгария, запустение 69—70
 кембрий, климат 313—314
 Керия р. 63, 64, 65, 67
 Килиманджаро, жуки 145
 Киргиз-нор оз. 109
 Китай, краснобурые глины 229, леса 246, лёсс 233—235, пыль 245—246, яйца птиц в лёссе 273—274, ярус лёсса 234—235
 киты 130—131
 клетчатка в почве 331
 климат Австралии 86—87
 — Арктики, потепление 5—9, 90—94
 — археозоя 311—312
 — Африки 83—85
 — геологического прошлого 308—324
 — Греции 76
 — девона 315—316
 — Египта 81—82
 — изменение в историческую эпоху 19—89
 — Ирана 74—75
 — Италии 77—78
 — каменноугольного периода 316—317
 — карбона 316—317
- климат кембрия 313—314
 — мела 319
 — миоцена 321—222
 — неогена 321
 — олигоцена 320
 — Палестины 79—81
 — палеоцена 319
 — пермского периода 317—318
 — плиоцена 322—323
 — последлениковой эпохи 96—102
 — потепление
 — — Америки Сев. 12—13
 — — Арктики 5—9
 — — Белого моря 8
 — — Варде 6
 — — Гольфштрёма 13—14
 — — гор 14—15
 — — Гренландии 7, 9
 — — Ленинграда 10—11, 17
 — — Мезени 8
 — — Новой Земли 7—8
 — — и рыбы 6—7
 — — Тихого океана 8—9
 — — умеренных широт 10—12
 — — Финляндии 10—11
 — — Хельсинки 17
 — Шпицбергена 6, 9
 — последленикового времени 98
 — протерозоя 312—313, 325—326
 — сармата 321—322
 — силура 314—315
 — Синая 70
 — третичного периода 319—323
 — триаса 318
 — Туркестана 70—74
 — усыхание озер 31—35
 — Центральной Азии 63—70
 — четвертичного периода 323—324
 — юры 318—319
 — эоцена 320
- коллоиды в лёссе 180, 239—240
 корненожки в лёссе 283
 Копет-даг, подгорная полоса 251
 котки морские 130
 красик 227
 краснобурые глины 228—229
 краснобурые горизонты 50, 51
 Кубань р., лессовидные суглинки 200
 Куку-нор оз., терраса 202
 кундуз 70
 курганы в степях 55
 Купянк, фенологич. данные 11
 Кызылкумы 61
- ледниковое время, понижение температуры 324
 Лена, лессовидный аллювий 190
 Ленинград, потепление зим 10, фенолог. данные 11
 ленточные глины 324
 лес, влияние на грунтовые воды 23, заболачивание леса 25, наступания на степь 48, 49, 50, 55, гибель от предполаг. усыхания 64—65, в Китае 70
 лесистость Галлии 45, древн. Германия 45, 46,
 лёсс 156—307
 — агрегаты в лёссе 183—184

- лесс аллювиально-ветровая теория происхождения 170
 — аллювиальный 190, 196, 203
 — анализы 157—162, механический 157—160, химический 160—161, 175—176, минералогический 161—162
 — аналоги 217—229
 — валунный 191
 — валуны в л. 266
 — ветровая (эоловая) теория происхождения 169—170
 — водно-ледниковая теория происхождения 165—168
 — возражения против ветровой гипотезы 241—271
 — время образования 195
 — географическое распространение 163—165, 254—255
 — Голодной степи 201
 — из гранита 174
 — лёссовый облик 173
 — гумус 261—263
 — гумусовые горизонты 263
 — делювиальная теория происхождения 172—173
 — делювиальные 270—271
 — на Донеком крае 212
 — есть ли генетические отличия от лёссовидных суглинков 229—231
 — заключение о л. 228—289
 — зональность 214—217, вертикальная 217
 — кальций 180
 — карбонаты в отдельных фракциях 182
 — карты распространения 164, 231—233, 238
 — Китая 234—235
 — и колебания земной коры 212—214
 — коллоиды 159, 180, 239—340
 — корненожки в л. 283
 — лёссовидная глина 205
 — лёссовидные валунные суглинки 191—192
 — лёссовидные породы на верхней Волге 196, на Оке 198, на р. Урале 198, на Украине 198, кубанские 200, в Минусинской котловине 202, на нижней Волге 198
 — лёссовидные породы озерные 203—204
 — лёссовидные породы солончатовые 204—205
 — лёссовидные суглинки—минусинские 202
 — линзы в л. 276—277
 — мамонт в л. 273
 — материнские породы 173—174
 — механические анализы 182—183
 — механический состав 157, 267
 — механический состав и расстояние от долин 208—212
 — микроорганизмы 177—178
 — минералогический состав 161—162
 — моллюски в л. 274—283
 — мощность 233—238, Китай 233—235, Средняя Азия 235—237, Зап. Сибирь 237, южн. Россия и Украина 237—238, зап. Европа, Сев. Америка 238
 — неслоистость лёсса 178—180
 — лёсс озерный 264, 265
 — определение 157
 — отношение к морене 175
 — переотложенный 223
 — переход в другие породы 193—195
 — пески лёссовидные 192
 — поглощающий комплекс 180, его насат-ченность 239—241
 — пористость 162
 — почвенная (элювиальная) теория происхождения 172—173 сл.
 — происхождение 165—173
 — просадки 284—288
 — процессы выветривания в лёссе 180—187
 — растительные остатки 259—260
 — роль пыли 242—253
 — связь с речными долинами 205—208
 — слоистость 173—180
 — слоистый 264—265
 — современное лёссообразование 189, 242—247
 — суглинистый 214
 — супеси лёссовидные 192
 — супесчаный 214
 — теории происхождения 165—173
 — типичный и нетипичный 159—160, 217—218
 — условия лёссообразования 189
 — фауна 271—284
 — и фены 253—255
 — форма зерен 162—163
 — химический состав 160—161
 — химический состав ярусов 175—176, отдельных фракций 176
 — яйца птиц в л. 273—274
 — флора в л. 259—260, 283—284
 — характер зерен 184—185
 — ярусы 194, в Китае 234—235, на Украине 237
 — элювиальная теория происхождения 172—173 сл.
 — лёссовидные породы
 — аллювий 189—191
 — валунные суглинки 191—192
 — глины 159, 205
 — озерные 203
 — пески 192, 195
 — суглинки 193, 194, 196—203, 218—223
 — — ржевские 196—197
 — — старичские 197
 — — смоленские 218—220
 — — окско-клязьминские 220
 — — в Поволжье 220—221
 — — юрьевские 221
 — — вологодские 221
 — — в басс. Сев. Двины 221
 — — в Якутии 222
 — — в Арктике 223
 — — в Китае 223
 — — отличия от лёссов 229—231
 — — супеси 192
 — лёссообразование современное 189
 — лигнит 331
 — линзы в лёссе 276—277
 — липа 115
 — лишайники биполярные 154

- Ломатино ст., бурение 202
 луговые степи 51
 Лут, пустыня 75
 Люблин, лёссы 160
 Магелланов пролив, климат и растительность 321
 макрель в Финском зал. 12
 мамонт в лёссе 273
 Маргиана 71
 Марс, растительность на нем 327
 Маточкин шар 91
 мгла в Оше 242, в Судане 248
 меловой период 319
 Мерв г., разрушение монголами 68, 69, процветание 71
 Мервский оазис 71, 72
 мергеля пресноводные 203—204
 мерзлота вечная, отступление ее 10
 Месопотамия 75
 механический состав лёсса 157, 267—268
 механический состав лёсса и расстояние от долин 208—212, на Днепре 209, на Кубани 209, на Волге 209—210 (сыр-товые глины), на Иртыше 210, на Сыр-дарье 211
 •микроорганизмы в песках 187, в лёссах 187—188, в почвах 327—330
 миксобактерии 331
 минералогический состав лёсса 161
 миноги, амфибореальные 166, биполяр-ные 154
 Минусинская котловина, лёссовидные су-глинки 202
 Миссисипи, лёсс 166
 млекопитающие сармата 321—322, мео-тические 322
 моллюски в лёссе 166, 274—283
 монмориллонит 239
 морской петух 132
 Москва-река, разлив 39—40
 мощность лёсса 233—238
 Мугань, аллювиальные почвы 190
 Мургаб р. в Туркмении 71, террасы 190
 Нева, вскрытие 10
 неслоистые породы 178—180
 Нигерия, климат 84
 Нил, уровень 43
 Ния р. 63, 64
 Новая Зеландия, биполярные птицы 148—149, растения 149—150, рыбы 152, де-сятиногие раки 154
 Новая Земля, потепление 7—8
 носток, одоросль 326
 Обмеление рек 35 сл., Днепра 38—39, Воронеж. обл. 40—41
 Огненная Земля, биполярные растения 151—152
 озера, исчезновение их 28—31, усыхание 31
 озерные лёссовидные породы 203—204, 264, 265
 озерный лёсс 264, 265
 Окс р. 72, 73
 оледенения, в археозое 311, в протерозое 312—313, в верхнем палеозое 316—317, четвертичное 323—324
 оледенения, одновременность в сев. и южн. полушариях 324
 оливковое дерево, сов. граница 45
 орех грецкий 323
 осиново-кустарный 54—55
 охлаждение в палеозое 322
 Ош г., пылеопав. станции 242
 Палестина 45, климат 70—81
 Пальмира, климат 80—81
 пальмы в Европе и Азии 320
 панэремия 325, 333
 пензенские покровные глины 225
 перемещение материков 309—310
 перемещение полюсов 309, 323
 пермский период, климат 317—318
 Персия, климат 74
 пески алепповские 59
 — бургиевые 58
 — гайдуковские 60
 — калмыцкие 59
 — лёссовидные 192, 195
 — нарынские 60
 — предполагаемый источник пыли 249—251
 — самозаращение 62
 — харахусовские 60
 песок, влагоемкость 57, капиллярность 58, испарение 58—59
 пингвины 158
 пионеры жизни 327
 поглощающий комплекс 180, лёссов 239—241
 пограничный горизонт 97—99
 покровные породы 214—217, воронежские 227—228
 покровные суглинки и глины 223—225
 Политимет р. 73
 полюс Земли, перемещение 309, 323
 полынь 55
 пористость лёсса 162
 потепление в Арктике 5—9, в горах 13, в Хельсинки 17, в Ленинграде 10, 17, см. также климат
 почвенная теория образования лёсса 172—173, 173 сл.
 почвообразование степное 176—178, в докембрии 325—333
 почвы докембрийские 330—332
 почвы, микроорганизмы в них 327—329
 почвы и климат 47—56
 пресноводные мергеля 203—204
 пролувий 172
 просадки в лёссах 284—288
 простейшие в почвах 329
 птицы, их прилет 11, биполярные 148—149
 пустыни 56—62, испарение 56—57, пес-чаные пустыни 59, отношение к краю ледника 257—261, мелового периода 319, в докембрийское и раннепалеозой-ское время 325—326, микробы в почве 329—330
 пустынный загар 257
 пыль 242—253, в Средней Азии 242—243, на Украине 243—244, в Башкирии 244, в США 244—245, в Египте 245, в Ки-

- тае 245—246, в Польше 246—247, в Иране 247, в Туркмении 247, в Судане 248
- раки десятиногие речные 113, 154
- растительность, изменения 45—47
- реградация 54
- Рейн, лесс 165—167
- речные долины и лесс 205—208
- Россия европ., климат 85—86
- рыбы теплолюбивые в Баренцовом море 6—7, у Гренландии 7, в Белом м. 8, в Тихом ок. 8—9, у Камчатки 9, в Балт. м. 12, амфибореальные 116—118, биоплярные 131—134
- сардины 8—9, 132, 151
- сарматская флора и фауна 321—322
- Сахара, климат 84, барханы 110
- Севан оз., уровень 34, 109, надпись на яз. урарту 75
- Северная Двина, лессовидные породы 221
- сельдь морская, амфибореальное распространение 116—118 (карта)
- сероземы пустынные 55
- силур, климат 314—315
- силвин 318
- Синай, климат 77, 78, 79
- синезеленые водоросли 327, 328
- сицилийский ярус 140
- Сицилия, климат 77
- слоистый лёсс 264—265
- смещение зон 103—104
- снеговая линия 324
- соли в почве 53
- Соликамск, соли 318
- солнечные пятна, период 315—316 (карта)
- солнце, излучение 22, пятна 315—316
- солоди как предполагаемый источник пыли 253
- солонцы 54, как предполагаемый источник пыли 253
- Средняя Азия, предпол. высыхание 71 сл., мощность лёсса 235—237
- степи, безлесие 53, высыхание 43, 55, доисторические 47—49, луговые 41, 52, наступание на пустыню 55, почвообразование 176—178
- степное почвообразование 176—178
- степной вопрос 47
- степные растения и животные по Лене 101
- страус, его яйца в лёссе 273—274
- структурные глины и суглинки 224
- суглинки известковистые 203—204
- суглинки лессовидные см. лессовидные суглинки
- суглинки лессовидные, отличия ли генетически от лёссов 229—231
- суглинки покровные 223—225, элювиальные 224, лессовидные 224
- суглинки структурные 224
- Судан, климат 84—85, 110
- супеси лессовидные 192
- супеси покровные 215
- суслик якутский 101
- Сызран р. 41—42, 49
- сырцовые глины 225—227
- Сэтледж р. 109
- тайга амурская 25
- Тарим р. 67
- Ташкент, осадки 34
- Теджен р. 73
- тектоника и лёсс 213—214
- теория Вегенера 312—311
- терскен в херсон. степях 100
- тигр 101
- тли 114, 145
- треска, амфибореальное распространение 117—118 (карта)
- третичный период, климат 319—323
- триас, климат 318
- тундры у ледникового покрова 259
- Тунис, климат 83
- тургайская флора 321
- Убинское оз., 105
- Убса-нор оз. 109
- угли сапропелевые и гумусовые 316
- Удай р., лессовидные суглинки 198—199
- укрупнение частиц в породах 181, 186
- уровень океана 21—22
- усыхание озер 31—35
- усыхание Туркестана 56—57
- Фауна лёсса 271—284
- млекопитающие 272—273
- птицы 273—274
- моллюски 274—283
- корненожки 283
- фены 253—255
- финиковая пальма, сев. граница 44—45
- Финляндия, распространение птиц на север 11
- флора (ископаемая) в лёссе 259—260, 283—284
- химический состав лёсса 160, 175—176, валунных суглинков 175—176
- Хорезм 69
- Хотан 66, 67
- Хуан-хэ, лёсс 171, лёссовый аллювий 191
- Центральная Азия, предполог. высыхание 63—70
- Чад оз., уровень 104, 110
- Чаны оз., уровень 33, 105
- Чатыр-куль оз. 108—109
- чернозем, древность 55—56, деградация 177
- черноземовидные почвы 51
- черные бури 243—244
- Шпицберген, потепление 6
- Шуваловский торфяник 97, 99
- эоловая теория происхождения лёсса 169—170
- возражения против нее 770
- этезии 76
- Юрский период, климат 318—319
- Ява, сев. типы растений в горах 144
- Якутия, лессовидные породы 222
- ярусы лёсса 194, в Китае 234—235, в Украине 237

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Глава первая. Недавнее изменение климата в сторону потепления.	5
Потепление в Арктике	5
Отступление к северу южной границы вечной мерзлоты	10
Потепление в умеренных широтах	10
Потепление в горах	13
Потепление и Гольфстром	14
Изменение климата в сторону меньшей континентальности	16
Глава вторая. Вопрос об изменении климата в историческую эпоху	19
О запасе влаги в атмосфере	20
О запасах влаги в почве	23
Процессы исчезновения озер	28
О предполагаемом усыхании озер Казахстана, Туркестана и Западной Сибири	31
О предполагаемом обмелении рек	35
Об изменениях в растительном покрове в течение исторической эпохи	44
Почвы в их отношении к изменениям климата южной России и Сибири	47
Пустыни	56
Об изменениях климата некоторых стран в течение исторической эпохи	63
Литература	87
Глава третья. Уровень Каспийского моря и условия плавания в Арктике	90
Литература	95
Глава четвертая. О засушливой послеледниковой эпохе	96
Глава пятая. Изменения рельефа со времени засушливой послеледниковой эпохи	103
Глава шестая. Прерывистое, амфибореальное распространение наземных организмов	112
Глава седьмая. Об амфибореальном распространении морской фауны в северном полушарии	116
Амфибореальные морские животные	116
Причины амфибореального распространения	119
Литература	126

Глава восьмая. Биполярное распространение организмов и ледниковая эпоха	128
Явление биполярности среди водных млекопитающих	129
Явление биполярности среди морских рыб	131
О причинах биполярности	134
Геологические данные	139
Северные типы в современной тропической флоре и фауне	144
Глубинные формы	146
Биполярность среди наземных животных и растений	147
Биполярность более высоких таксономических единиц	153
Заключение	155
Глава девятая. Лёсс как продукт выветривания и почвообразования	156
Лёсс как порода	156
Механический состав	157
Химический состав	160
Минералогический состав	161
Пористость	162
Форма зерен в лёссе	162
Географическое распространение	163
Обзор взглядов на происхождение лёсса	165
Водно-ледниковые теории	165
Ветровая (эоловая) теория	169
Аллювиально-ветровая теория	170
Струевая (делювиальная) теория	171
Почвенная (аллювиальная) теория	172
Лёсс как продукт выветривания и почвообразования	173
Лёсс и материнские породы лёсса	173
Отношение лёсса к подстилающим породам	174
Лёсс и морена	175
Степное почвообразование	176
Неслоистость лёсса	178
Особенности процессов выветривания и почвообразования в лёссах	180
Роль микроорганизмов	187
Прочие свойства лёсса	188
Условия лессообразования	188
Современное лессообразование	189
Разнообразие лессовидных пород	191
Переход лёсса в другие породы в горизонтальном направлении	193
Время образования южнорусского и украинского лёсса	195
Лёсс из аллювия (Верхняя Волга, Ока и Урал, Нижняя Волга, Украина, Северный Кавказ, Закавказье, Средняя Азия, Озеро Куку-нор, Минусинская котловина)	196
Лессовидные озерные отложения (пресноводные известковистые суглинки)	203
Лессовидные породы из солончатоводных осадков	204
Связь лёсса с речными долинами	205
Отложения мелкоземистых осадков в разливах	205
Возражения против изложенных соображений	206
Механический состав лёсса и расстояние от долин (Бассейн Днепра, Кубань и Волга, Реки Сибири, Сыр-дарья и другие реки. Выводы).	208

Залегание лёсса и колебания земной коры	212
Зональность покровных пород	214
Горизонтальная зональность	214
Вертикальная зональность	217
Аналоги лёсса	217
Возможно ли отличить типичные лёссы от нетипичных?	217
Лессовидные суглинки (Смоленские, Окско-клязьминские, Волжские, Вологодские, Северо-двинские, Якутские, Арктические, Китайские).	218
Безвалунные покровные суглинки и глины	223
Сырцовые глины	225
Красик	227
Воронежские покровные породы	227
Красно-бурые глины	228
Есть ли генетические отличия между лёссами и лессовидными породами?	229
Карты распространения лёссов и лессовидных пород в СССР	234
Возможные возражения против почвенно-аллювиальной теории	233
Мощность лёсса (Китай, Средняя Азия, Западная Сибирь, Южнорусские и украинские лёссы, Западная Европа, Северная Америка, Заключение о мощности лёсса).	233
Насыщенность поглощающего комплекса лёссов основаниями.	239
Возражения против ветровой гипотезы	241
Современное ли образование лёсса? (Средняя Азия, Украина, Башкирия, Соединенные Штаты, Египет, Китай, Заключение.)	242
Судьба пыли	247
Пески как предполагаемый источник лёссовой пыли	249
Морена как предполагаемый источник лёссовой пыли	251
Речные и флювио-гляциальные отложения как предполагаемый источник лёссовой пыли	253
Солонцы и солоди как предполагаемый источник лёссовой пыли	253
Проблематические фёны	253
Географическое распространение лёссовых пород	254
Древние материковые дюны	255
Ландшафт страны позади отступавшего ледника	257
Ландшафт страны впереди наступавшего ледника	260
Отсутствие гумуса в лёссе	261
Характер гумусовых горизонтов в лёссах	263
Слоистый лёсс	264
Валуны в лёссе	266
Механический состав	267
Возражения против делювиальной гипотезы	268
Два типа делювия	269
Время образования древнего делювия	269
Делювиальные лёссы	270
Фауна лёсса	271
Элементы фауны	271
Остатки млекопитающих в лёссах	272
Яйца птиц в лёссе (Страус, Гусь-сухонос.)	273
Моллюски (Условия сохранения раковин моллюсков в лёссе. Доказательства ископаемого состояния. Линзы в лёссе. Состав фауны моллюсков. Раковины наземных моллюсков в аллювии. Заключение о фауне моллюсков лёсса).	274
Корненожки	283

Флора	283
Заключение	284
Просадки в лёссах	284
Описание явлений	284
Просадочность лёссов и способ образования их	286
Заклучение	288
Литература	289
Глава десятая. <i>Климаты геологического прошлого</i>	308
Глава одиннадцатая. <i>Жизнь и почвообразование на докембрийских материках</i>	325
Невозможность панэремии с точки зрения физической географии	325
Невозможность панэремии с биологической точки зрения	326
Пионеры жизни	327
Микроорганизмы в современных почвах	327
Жизнь в докембрийских пустынях	329
Почвообразование на докембрийских материках	330
Палеонтологические данные о древнейшей жизни на материках	332
Заклучение	333
Литература	333
Указатель латинских названий растений и животных	335
Указатель авторов	341
Указатель предметов и географических названий	348

Редактор *Н. А. Гомозова*. Редактор карт *Г. В. Яшиков*. Художествен. редактор *В. В. Щукина*. Техн. редактор *К. В. Крыночкина*.

Сдано в производство 7/IX 1946 г. Подписано к печати 17/V 1947 г. А 04190
Печатных л. 221/4. Учетно-изд. л. 32.2. Тираж 10 100. Заказ 1009. Цена 24 руб.
Переплет 3 руб.

16-я типография треста «Полиграфкнига» ОГИЗа при Совете Министров СССР
Москва, Трехпрудный пер., 9.