

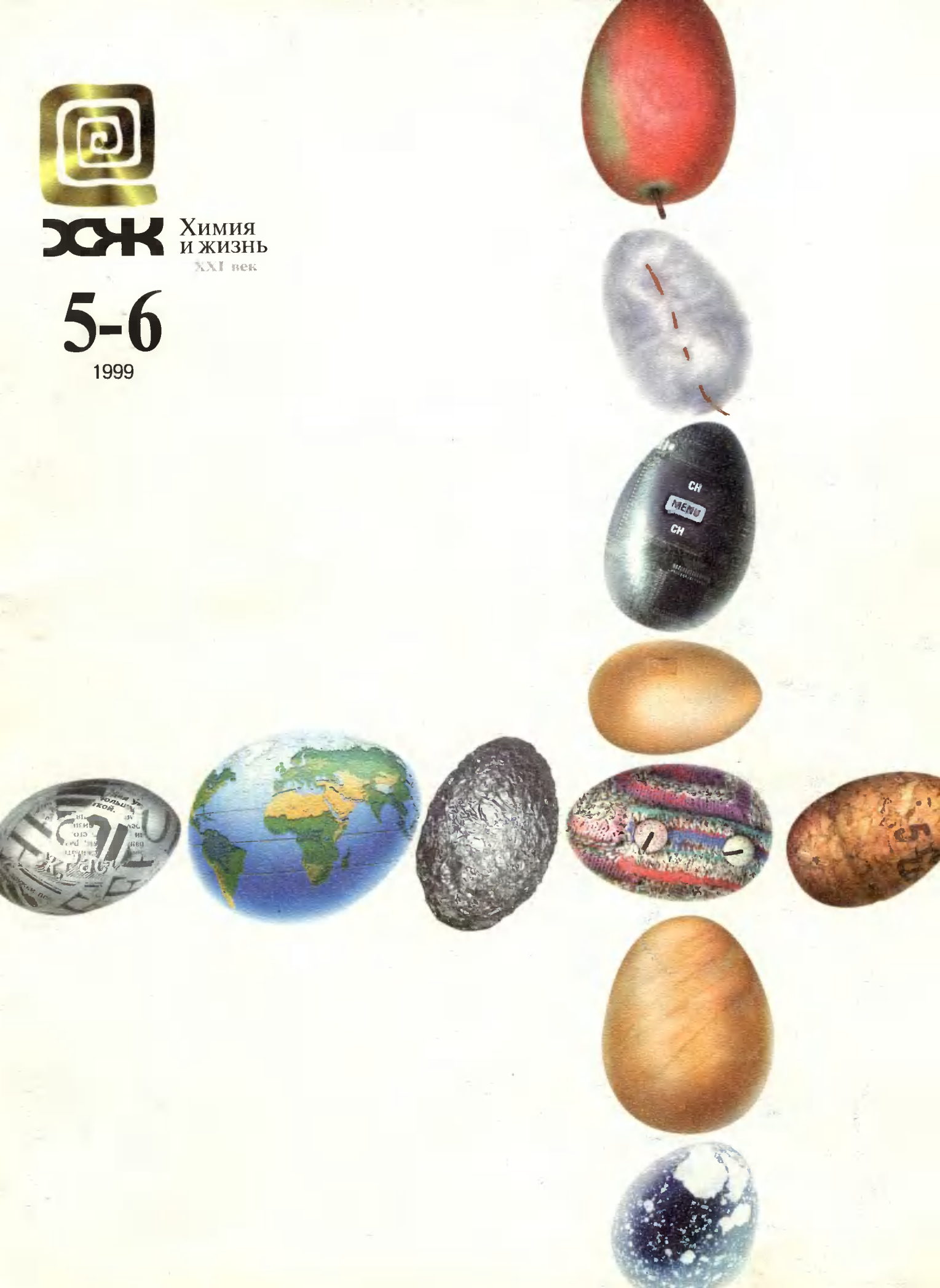


ХХЖ

Химия
и жизнь
XXI век

5-6

1999







56
1999

Химия и жизнь — XXI век
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

*Девятнадцатый век
отличается от двадцатого тем,
что в девятнадцатом
слова «оптимист» и «дурак»
не были синонимами.*

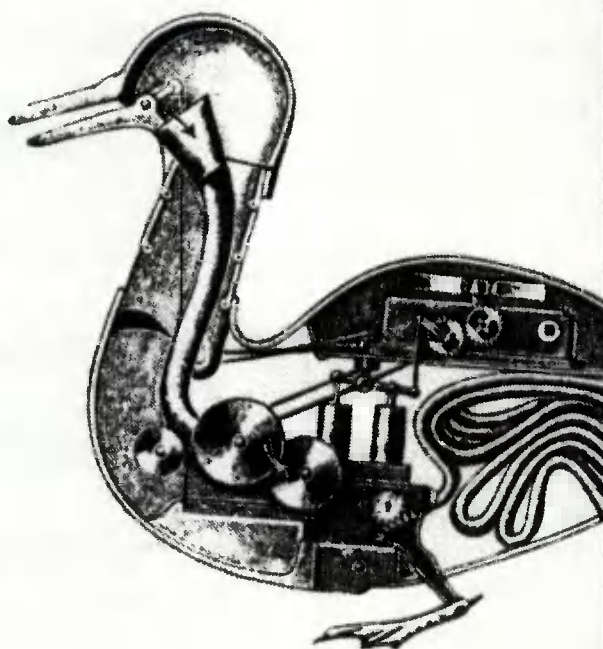
Марк Твен

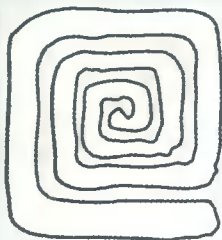


НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье «Работа с человеческим
материалом».

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
фрагмент фрески Рафаэля «Афинская
школа». Платон и его ученик Аристотель
приветствуют Российскую академию наук
в год ее 275-летия и желают
не останавливаться на пути
познания истины.

Редакция присоединяется к поздравлениям.





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
А.Л.Семенов, В.А.Носкин
Институт новых технологий
образования
Е.И.Булин-Соколова
Компания «Химия и жизнь»
Л.Н.Стрельникова

Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
17 мая 1996 г., рег.№ 014823

Издатель:
Компания «Химия и жизнь»
Генеральный директор
В.И.Егудин

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Главный художник
А.В.Астрин
Ответственный секретарь
Н.Д.Соколов

Зав. редакцией
Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели
Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,
Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,
В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,
Е.В.Клешенко, С.М.Комаров,
М.Б.Литвинов, С.А.Петухов,
О.В.Рындина, В.К.Черникова

Производство
Т.М.Макарова

Служба информации
В.В.Благутина

Подписано в печать 09.04.99
Отпечатано в типографии «Финтрекс»
Москва, улица Кантемировская, 60
Телефон: 325-21-66, 325-42-09

Адрес редакции
107066 Москва, Лефортовский пер., 8.
Письма можно также направлять по адресу:
109004 Москва, Нижняя Радищевская, 10.
Институт новых технологий образования

Телефон для справок:
267-54-18,
e-mail: chelife@glas.apc.org
(адрес предоставлен ИКС «ГласСеть»)
Ищите нас в Интернет по адресам:
<http://www.aha.ru/~hj/>
<http://www.chem.msu.su:8081/rus/journals/chelife/welcome.html>

Перепечатка материалов из журнала,
в том числе в сокращенном
и переработанном виде, возможна только
с письменного разрешения издательства
«Химия и жизнь».

Подписные индексы:
в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232
в каталоге ФСПС — 88763 и 88764

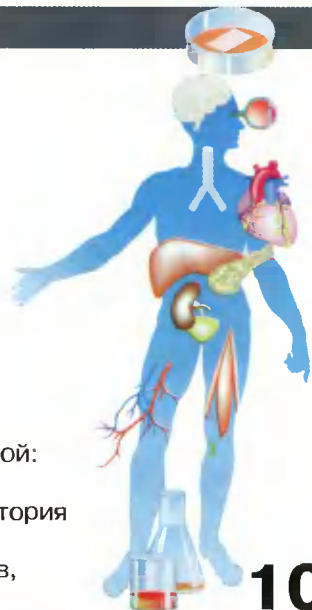
© Компания «Химия и жизнь»



Химия и жизнь — XXI век

4

Мы сразу договорились,
что научный костяк
будет маленьким.
Как только
заведующий обрастает
большим числом людей,
ему самому становится
некогда заниматься наукой:
он должен управлять.
Поэтому научная лаборатория
не может превышать
пяти научных сотрудников,
включая зава.



10

Медицина
вплотную
подошла к тому,
как вырастить
из клетки
нужную человеку
«запчасть».
А ведь все
началось
с пересадки
жидкой ткани:
первое успешное
переливание
крови ягненка
человеку сделал
французский
ученый Ж.Дени
в 1667 году...

НАШ ЧЕЛОВЕК

А.С.Спирин
«Я ВСЮ ЖИЗНЬ РАБОТАЛ ТОЛЬКО В РОССИИ» 4

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клешенко
РАБОТА С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ 10

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

С.Афонькин, М.Блинова
ЧЕЛОВЕК МЕНЯЕТ КОЖУ 16

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Я.И.Корчмарюк
ПЕРЕСЕЛЕНЦЫ-2. К ВОПРОСУ О ПЕРЕСАДКЕ СОЗНАНИЯ 20

КЛАССИКА НАУКИ

М.Д.Голубовский
ОТ ТАИН КЛЕТКИ К МУДРОСТИ ЖИЗНИ 22

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.Артамонова
АРХИВНЫЕ БЫЛИ 28

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

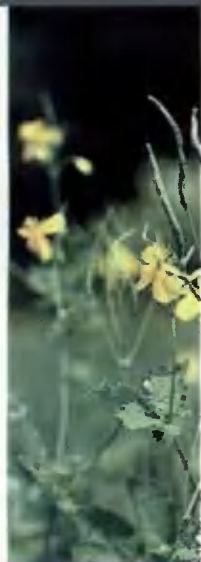
М.Д.Фаддеева, Т.Н.Беляева
СТРЕЛЫ ЧИСТОТЕЛА 33

ФОТОКОНКУРС

О.Ф.Чернова
ТАКИЕ УДИВИТЕЛЬНЫЕ ИГОЛКИ 36

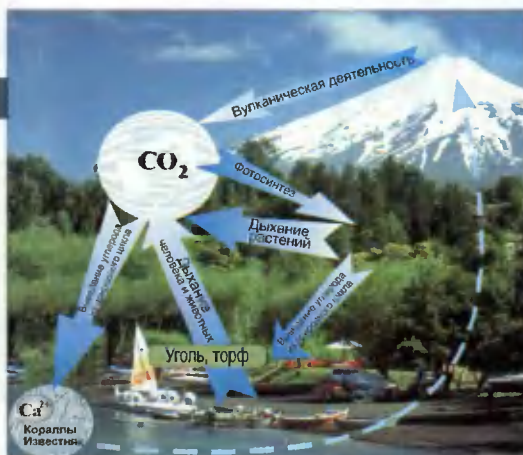
ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

С.Белорусцева
ЖИВЫЕ ФИЛЬТРЫ МОРЯ 38



33

Когда у великого князя Владимира Мономаха начался рак губы, его лечили чистотелом.



Вы, должно быть, считаете, что мы дышим тем самым атмосферным воздухом, который содержит 21% O_2 и 0,03% CO_2 ? А вот и нет.

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Б.В.Андрианов, Н.Л.Резник
КАТАСТРОФИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ 40

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

П.М.Хомяков
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ — ШАНС ДЛЯ РОССИИ 43

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

А.Э.Юнович
КЛЮЧ К СИНЕМУ ЛУЧУ 46

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В.Артамонова
БЛИЖНИЙ КОСМОС 49

ИСТОРИЯ ИДЕЙ

Ю.Данилов
ГАРМОНИЯ МИРА. МУЗЫКА СФЕР 52

К 200-ЛЕТИЮ А.С.ПУШКИНА

«И В ГОЛОВУ ПРИШЛИ МНЕ ДВЕ, ТРИ МЫСЛИ...» 62
ПУШКИНСКИЕ СТРАНИЦЫ «ХИМИИ И ЖИЗНИ» 63

ФАНТАСТИКА

Анна Баскакова
ПРОКЛЯТИЕ ФАРАОНОВ 64

НОВОСТИ НАУКИ	8	ИНФОРМАЦИЯ	25, 68
ПРАКТИКА	45	ПИШУТ, ЧТО...	70
КОНСУЛЬТАЦИИ	56	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	58	ПЕРЕПИСКА	72

8

НОВОСТИ

Результаты экспериментов, проведенных французскими исследователями, бросают тень на модель ДНК Уотсона — Крика.

16

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Выращивание человеческой кожи вне организма — процедура недешевая: один квадратный сантиметр пласта кожи обходится в 7 — 8 долларов.

28

РАССЛЕДОВАНИЕ

Рассказ о современном состоянии дендрохронологии и радиоуглеродного анализа.

36,49

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Об иглах дикобразов, живых фильтрах моря и ближнем космосе.

56

КОНСУЛЬТАЦИИ

О салате из крапивы и одуванчиков, самогреющихся стельках и просроченном креме.

60

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Задачи по химии на прошлых вступительных экзаменах в МГУ им. М.В.Ломоносова и Российском государственном медицинском университете.

Александр
Сергеевич
Спирин

«Я всю жизнь работал только в России»



«Мне нравятся идеи, развиваемые академиком Спириным», — заметил в беседе с корреспондентами нашего журнала нобелевский лауреат Джеймс Уотсон. Это было сказано десять лет назад, это актуально и по сей день в среде специалистов мирового уровня. Александр Сергеевич Спирин был и остается одним из лидеров фундаментальных исследований в современной молекулярной биологии. Он пишет очень хорошие книги по магистральной теме своих исследований, он мастерски делает доклады и читает лекции. Он вообще одарен четким, ясным, аналитическим умом. Известно, что он последовательно отстаивает свои представления об организации науки в нашей стране, о чем писал и на страницах «Химии и жизни».

О рибосомах ничего не знали

Когда я начинал работать в науке, практически ничего не было известно о явлениях, составляющих основу современной молекулярной биологии, в частности об экспрессии генов и о биосинтезе белка. Многих понятий, с которыми современные школьники знакомятся на уроках, просто не существовало. Я тогда работал одновременно в Московском университете и в Институте биохимии имени Баха АН СССР, директором которого был Александр Иванович Опарин. В 1960 году я впервые заговорил с ним о рибосомах, и он мне сказал: «Ну, надо еще доказать, что они существуют». Только что, в 1958 году, появилось это слово — «рибосомы». Они были открыты как бы с двух сторон независимо: биохимическими и физико-химическими методами, как главные клеточные рибонуклеопротеиды (то

есть частицы, состоящие из РНК и белка), и цитологическими методами, с помощью электронной микроскопии.

Безусловно, я начал свои работы с рибосомами не на пустом месте. Моим учителем был Андрей Николаевич Белозерский, который, собственно, основал российскую научную школу исследователей нуклеиновых кислот. Надо заметить, что в Советском Союзе идеи молекулярной биологии легли на подготовленную почву и немедленно получили развитие во многом благодаря тому, что уже существовала эта школа. А.Н.Белозерский исследовал нуклеиновые кислоты на кафедре биохимии растений у выдающегося ученого А.Р.Кизеля еще в 1934 году, задолго до того, как была открыта их ключевая роль в жизни. Он впервые выделил дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) из растений, а до тех пор она считалась типичной «животной» нуклеиновой кислотой. Это было начало работ, пока-





Отдых на даче. Слева направо:
академик Л.П.Овчинников,
профессор А.Кампфер (Израиль),
академик А.С.Спирин



НАШ ЧЕЛОВЕК

Маленький институт с маленькими лабораториями в маленьком городе

Пуцинский Институт белка АН СССР появился в 1967 году по инициативе президента Академии наук Мстислава Всеволодовича Келдыша. В результате наших переговоров, которые длились примерно год, было решено, что институт будет маленький, как лаборатория, но площадей будет много и оборудования тоже.

Работая в Институте биохимии, я понял, что в Москве серьезной наукой заниматься трудно: суeta, масса посетителей, непрерывные звонки. Последние годы я был вынужден приходить на работу вечером, специально, чтобы никто не мешал. Хотелось в новом институте этого избежать. Кроме того, у меня была идея, что мы сможем организовать институт по западному образцу.

Я довольно рано стал ездить за границу — меня начали активно приглашать после работ, которые я уже упоминал. Почти каждый год я выезжал в Америку, на Гордоновские конференции. Шестидесятые годы — это был золотой век молекулярной биологии. Замечательные люди, блестящие идеи. И, говоря об Америке, — прекрасно организованные лаборатории, работающие с большой эффективностью. В чем их основные отличия от наших? Прежде всего, я там не видел таких гигантских институтов и лабораторий, как у нас, — научные подразделения маленькие. Кроме того, наука не привязана к крупным городам. Западные научные городки по числу жителей сравнимы с районными центрами нашей глубинки. Далее, там лаборатория не обрастает постоянными сотрудниками. Если американский студент учится в одном месте, то в аспирантуру он идет в другое место, а пост-докторскую позицию получает в третьем. Таким образом, с одной стороны, исследователь расширяет свой кругозор, в раннем научном возрасте поработав в разных местах, а с другой — в лабораторию постоянно приходят новые люди. В нашей же системе человек приходил в лабораторию еще студентом, потом его брали на должность

научного сотрудника, и, как правило, он на всю жизнь оставался в этой лаборатории. Это было самое трудное, что пришлось преодолевать.

При создании института мы сразу договорились, что его научный костяк будет маленьким. Как только заведующий обрастает большим числом людей, ему самому становится некогда заниматься наукой: он должен управлять. Поэтому мы приняли конституцию: научная лаборатория никогда не может превышать пяти научных сотрудников, включая зава. Это ограничение у нас до сих пор соблюдается. В нашем институте всего около тридцати — сорока научных сотрудников, но зато относительно много студентов, стажеров, аспирантов.

Свою роль играет и то, что институт расположен в Пушине. Не будем говорить о театрах, музеях и других столичных развлечениях. В наше время более значимо другое: в Москве молодой человек может найти приработок, а в Пушине молодые люди этого почти лишены. Для науки это хорошо. Денег у наших молодых сотрудников, конечно, меньше, чем у их столичных коллег, но в провинциальном городке допустимо иметь меньше денег. Я считаю, что с точки зрения сохранения науки ситуация вне Москвы лучше, чем в столице. Но это жизнь для тех, кто уверен в своем выборе и точно знает, что ему нужна именно наука, а не что-то еще.

Работать надо дома

Когда кто-то объясняет, что у него плохо идет наука, — он ссылается, как правило, на внешние обстоятельства. Однако в некотором смысле течение науки не зависит от внешних обстоятельств. Скорость работы ими определяется, безусловно, но оригинальных идей не становится меньше. Я считаю, что в трудные времена наука получается тоже неплохо.

Сегодня в Институте белка экономическая ситуация такова, что по пятибалльной шкале больше двойки поставить нельзя. И социально-бытовые условия, и в особенности материальное обеспечение эксперимента — пусть не единича, но двойка. Голодный тюремный паек.

зывающих универсальность распространения ДНК и РНК в живом мире.

Я вошел в эту науку в 1956 году, начав анализ состава нуклеиновых кислот в бактериях. Первая моя работа, выполненная вместе с А.Н.Белозерским, была опубликована в «Nature» в 1958 году. Тогда она стала сенсацией и привлекла внимание основоположника молекулярной биологии Фрэнсиса Крика, который охарактеризовал ее как начало «новой фазы в исследовании генетического кода».

До этой работы считалось, что, поскольку функция РНК — только перенос информации от ДНК к белкам, РНК должна повторять специфический нуклеотидный состав (соотношение четырех сортов азотистых оснований) ДНК. Я проанализировал нуклеотидный состав ДНК и РНК у 20 видов бактерий (для этого потребовалось разработать специальные микрометоды) и нашел, что состав ДНК сильно различается у разных видов, тогда как состав РНК сравнительно стабилен. Последующая обработка данных привела нас к следующим выводам. Небольшая фракция РНК действительно копирует ДНК (так была предсказана информационная, или матричная, РНК — мРНК). Однако основная масса РНК, скорее всего, не задействована в переносе генетической информации, она похожа у разных организмов и выполняет какую-то иную роль. Это был первый шаг на пути к рибосомам — универсальным белок-синтезирующим частицам, структурная РНК которых и составляет основную массу тотальной клеточной РНК.

В 1960 году я впервые выделил рибосомы и начал новый цикл работ, уже независимый от моего учителя. Сначала я вплотную занимался физико-химией РНК как биополимера, ее макромолекулярной структурой, и на этом защитил докторскую диссертацию, а потом уже перешел к изучению функций, к биосинтезу белка.

Казалось бы, давно пора всем вместе подавать документы на выезд. Люди такого ранга, какие сейчас работают у нас, легко могут уехать, их примут везде. Также и молодежь: у нашего института хорошая марка, а молодые специалисты всем нужны. Однако многие уезжать не хотят.

Причин этому несколько. Прежде всего, у нас есть, как говорится, школа, научное направление. Важным достоинством российской науки всегда было существование школ. Этого нет в Америке, этого сейчас почти нет и в Европе, которая приблизилась к американскому образцу. Мы же пытались сочетать американский стиль — высокую мобильность, хорошую техническую оснащенность, быстрое переключение с проблемы на проблему — с преимуществами русской науки — школы и оригинальность. Я считаю, пока нам это удастся.

Стремление к оригинальности, к индивидуальности научного поиска — это для наших людей очень важно. Любому человек, хотя бы немного знакомый с организацией науки на Западе, понимает, что, уехав туда, он будет работать либо по прямой указке, либо, в лучшем случае, в соответствии с сегодняшней модой — на другое ему не дадут гранта. Что интересно, а что нет, в большинстве случаев за молодого человека решит начальник. У нас способный молодой работник получает гораздо больше возможностей придумывать и творить. Для многих это становится определяющим фактором.

Наконец, очень серьезный стимул — интересные результаты: когда что-то получается, уезжать, естественно, не

хочется. Одно из направлений, которое сейчас успешно развивается, — котрансляционное сворачивание белка: мы изучаем, как полипептидная цепь по мере синтеза сворачивается в активный белок. (См. «Химию и жизнь — XXI век», 1996 г., № 1 (пилотный), с.45.) Здесь наша группа — одна из лидирующих в мире. Другое направление — бесклеточный синтез белка и создание новых типов бесклеточных систем. В этой области ожидается и практическая польза: в будущем с помощью подобных систем можно будет делать белок *in vitro*, не прибегая к продукции живых клеток.

Все сказанное не означает, что студенты и молодые сотрудники, пришедшие в наши лаборатории, все остаются у нас. Во-первых, оставляем мы только способных. Во-вторых, многие уезжают за границу, некоторое время поработав у нас. Не стоит ни про кого говорить «он молодец, работает в России» или «он ищет легкой жизни, уехал в Америку». Это вопрос социального выбора, личных пристрастий, жизненных обстоятельств, особенностей характера. Надо отдавать себе отчет: сейчас в России работать в науке исключительно трудно. Но есть и свои плюсы, о которых я уже говорил. С другой стороны, и в Америке жизнь не такая уж легкая: тот, кто не приспособлен к системе расталкивания локтями, там работать не сможет. Социально-бытовая комфортность, обеспеченность семьи тоже многое значат, а этого здесь все лишены. Словом, каждый решает для себя.

Что касается меня самого, то я всю жизнь работал только в России и в Советском Союзе, выезжал лишь на корот-

кое время, на конференции или для проведения совместных экспериментов, заранее запланированных. По моему мнению, работать надо дома.

Подождем сорок лет?

От государства мы получаем сейчас только нищенскую зарплату. Оборудование, реактивы — все это добывается за счет международных и отечественных грантов. У нас в России много спорят, хороша или плоха грантовая система. Не имеющая альтернативы в виде государственной поддержки ведущих институтов и лабораторий, грантовая система превращает науку в рынок, ликвидирует практически все большие и оригинальные проекты. Получение гранта зависит от рецензентов среднего класса. Американскую науку едва не погубила грантовая система. Когда наука стала «массовой», а конкурс ненормально большим, по грантам Национальных институтов здравоохранения одно время проходило только десять процентов работ. При таком положении вещей в том, кто именно получит грант, преобладал элемент случайности, а в еще большей степени — влияние имени соискателя и... по-русски это называется блат, а у них *establishment*.

С другой стороны, централизованное финансирование подрывает мобильность, конкурентоспособность — все это совершенно справедливо. Поэтому плохи и та, и другая крайности. Я — сторонник грантовой системы, но в отведенной ей нише, в которой она играет большую роль. Однако научные темы и большие проекты должны финансировать научные сообщества или государство, и при этом финансирование должно быть не конкурсным.

Теоретически сейчас в России ситуация идеальная — есть и государственное финансирование институтов и школ, и грантовые системы. Но практически от идеала мы пока страшно далеки. Если называть вещи своими именами, ситуация с наукой в России катастрофическая. Даже в столичных институтах многие люди занимаются вовсе не научной деятельностью, а зарабатыванием на жизнь. Есть абсурдный тезис, который, к сожалению, очень нравится нашему руководству: наука должна сама себе зарабатывать. Абсурден он потому, что наука — всегда издвинка. Вклад в науку — вклад долгосрочный, немедленной прибыли вкладчик не получит. А «науки на самообеспечение» не бывает и быть не может. Поставить науку в условия, когда она должна сама добывать средства к существованию, означает ликвидировать ее. Что, по сути дела, у нас и происходит.

Это касается не только учреждений, но и отдельных людей. Либо человек зани-

Я считаю, что в трудные времена наука получается тоже неплохо



мается наукой, либо он зарабатывает. Тратить половину времени на науку, половину на заработки нельзя. А с другой стороны, ученому, особенно если у него есть семья, нельзя прожить на одну зарплату. Поэтому люди, желающие работать в науке, уезжают из России. И будут уезжать, пока не изменится положение вещей.

Когда оно изменится, предсказать едва ли возможно. Я боюсь, что это надолго. Понимание роли и задач науки вернется довольно быстро, когда ее разрушение начнет отражаться на экономике. Но возродить разрушенную науку будет трудно. Германия была передовой научной страной Европы и всего мира, а после Второй мировой войны она находилась в провале несколько десятилетий. Только сейчас — только сейчас! — она достигает былых высот. России грозит примерно то же самое: наука доведена до уровня, возможно, даже более низкого, чем было в Германии после войны. Значит, следует ориентироваться на сорокалетнее ожидание, при условии, что мы начнем восстанавливать разрушенное уже сегодня.

Государство имеет такую науку, какую оно заслуживает

Но для того, чтобы перестать разрушать и начать строить, необходим, да простят меня читатели, более высокий культурный уровень нации. Непонимание роли и задач науки (и многие другие наши беды) имеет в своей основе низкий уровень культуры — как у руководителей, так и у тех, кто их выбирал.

Мы простились со многими мифами, приходит конец и мифу о «самом читающем народе». Не такие мы культурные, как это считалось. На самом деле прослойка людей высокообразованных у нас очень тонка. При любом переворачивании общества эта прослойка, вернее, тонкая пленочка теряется, пропадает, разорванная в клочья. А наверх всплывает нечто совсем иное... Бескультурье мы видим везде. На каждом шагу на улице, на каждом шагу в науке. На каждом шагу во властных структурах.

Естественно, в России пока не придется даже мечтать о влиятельных частных фондах для поддержки оригинальных исследований. Они появятся не раньше, чем гипотетическое повышение культурного уровня захватит богатых людей. Нынешние наши «капиталисты», безусловно, на это не способны. Их дети — мало вероятно. А вот внуки — может быть.

Меценатство — в некотором роде главная, самая выигрышная форма поощрения в области культуры. Во все времена



НАШ ЧЕЛОВЕК

наука, искусство держались на меценатстве. Конечно, сегодня частному лицу труднее профинансировать экспериментальную программу: научные опыты обходятся гораздо дороже, чем, например, во времена Возрождения. Кроме того, благотворителю сложнее разобраться, не впустую ли пойдут его деньги, не шарлатан ли претендент. Если речь идет о частных лицах, в наше время наиболее типичный случай именно таков. (Впрочем, у нас именно шарлатанам удается охмурить государство обещаниями чудес и необыкновенными открытиями на отечественной почве.)

Разумеется, многое зависит от образованности и осведомленности мецената, но, как правило, — сегодня на денежную помощь может рассчитывать скорее колдун, чем разработчик нового лекарства. Колдун говорит понятно, обещает быстрый эффект, новизну, оригинальность... и, само собой, приводит «научное обоснование» своих достижений.

Тактика выживания

Но мы живем и работаем в России сегодня, а не сорок и не сто лет спустя, и надо приспособливаться к ненормальным условиям. Прежде всего, стараться, чтобы научному работнику не приходилось добывать деньги вне науки. В России мы невостребованы, но за рубежом на нас есть спрос. Можно работать над совместными программами, можно получить гранты или поддержку фирм, использующих научные разработки в своем производстве. Это позволяет заниматься наукой, своей наукой.

(Конечно, есть и наши, российские гранты. Это серьезное подспорье, особенно для приведения заработной платы к приличному уровню, но реактивы на них купить уже много труднее, а оборудование — просто невозможно. Поэтому для нормальных научных исследований сотрудничество с западными лабораториями и с фирмами — единственный путь.)

Однако для того, чтобы сейчас сотрудничать с Западом, надо было изначально, к моменту падения старой системы, иметь высокий уровень. С известными

людьми легко идут на контакт, им легче получить грант. Там, где был приличный уровень, — жизнь теплится, идет выживание. Там, где не было высокого уровня, там сегодня нет и науки — просто напросто нет средств для проведения исследований. Коллективы с низким исходным уровнем обречены на вымирание.

Впрочем, вымирание довольно своеобразное: люди ничего не делают в науке, но получают зарплату. Правда, настолько низкую, что ее можно рассматривать как пособие по безработице. Трудно сказать, больше или меньше у нас людей, числящихся в науке, чем в развитых странах. Но то, что продуктивно работающих сравнительно мало и работающих на приличном уровне еще меньше, — это факт. Тем не менее я считаю все действия по сокращению штатов безнравственными. Нельзя экономить на пособиях по безработице, и не так велика будет прибыль. Как когда-то сказал Н.С.Хрущев, с ученых зарплату снимать — все равно что свинью стричь...

Возможно, поэтому опыт реорганизации («реструктуризации») Академии наук был, мягко выражаясь, не особенно удачным. Практически ничего не было сделано. Предполагалось провести сокращение штатов, но как его провести, когда государство не обеспечивает занятости сокращенным? Выбрасывать людей на улицу? Легко сказать... На самом деле наша беда не в избыточных ставках, а в том, что государство не может создать нормальных условий для работы даже тех немногих людей, которые заслуживают этого.

Несмотря на все это, конкурс на биофак МГУ и сегодня почти такой же, как и в прежние годы. Я недавно занимался приемом на кафедру молекулярной биологии и могу сказать, что сейчас в биологию идут очень способные ребята. Тяга к науке у нас, бесспорно, есть, и так, наверное, будет всегда. В любых, пусть самых тяжелых условиях какая-то часть людей будет посвящать себя творчеству, в том числе и научному. Это зависит от природы человека, а не от экономической ситуации. Экономическая ситуация определяет только одно: много или мало удастся сделать этим людям у себя на родине.

Голография и память

K. Buse et al., «Nature», 1998, v. 393, p. 665

Компьютерам надо поскорее освоить более «интеллектуальные» способы обращения с информацией, и одно из самых перспективных направлений — переход к голографической памяти и оптоэлектронике. Во-первых, голограммы будут записываться по всему объему соответствующих материалов, что позволит достичь огромной плотности хранения данных (теоретически — десятки терабит на см^3 ; тера — 10^{12}). Во-вторых, записанные сведения удастся извлекать по признакам, то есть моделировать ассоциативную память человека. В-третьих, как и в мозге, обработка информации будет приближена к месту ее хранения.

В качестве носителя голограмм можно использовать фоторефрактивные кристаллы, в которых показатель преломления меняется в зависимости от характеристик падающего на них света. Для этого в кристалл, скажем, из ниобата лития вводят малую добавку ионов переходного металла, например железа, которые, меняя валентность, могут отдавать и принимать электроны. Сначала распределение ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} равномерно, а при записи электроны на освещенных местах переходят от Fe^{2+} в зону проводимости — поднимаются из потенциальных ям и снова падают в них, но уже в неосвещенных местах, где Fe^{3+} служат ловушками для электронов. Значит, произойдет перераспределение зарядов, создающих в кристалле локальные поля — они-то и обеспечат изменение коэффициента преломления (электрооптический эффект). Такое неравновесное состояние сохранится после отключения света, то есть кристалл может служить

в качестве долговременной памяти. Затем падающий на него опорный лазерный пучок будет интерферировать на этих неоднородностях, восстанавливая всю голограмму, — так происходит чтение.

Основная трудность в том, что записанная информация при каждом чтении частично стирается. В принципе, ее можно «закреплять» — или нагреванием, или сильными электрическими полями, но это усложняет конструкцию устройств памяти и замедляет весь процесс. Другой подход основан на аналогии: когда мы печатаем фотографию, то в затемненной комнате может гореть красный свет, поскольку энергии его квантов недостаточно, чтобы помешать основному фотопроцессу (от белого света увеличителя). Значит, нужно записывать информацию светом большей частоты, а считывать — меньшей, но, к сожалению, при этом возникают значительные искажения; или использовать другой нелинейный эффект — записывать лучом большой мощности, а считывать — малой, но это опять потребует мощных лазеров.

В Калтехе отрабатывают другой метод: в LiNbO_3 там ввели не один, а два вида ионов — железа и марганца. У ионов марганца энергетический уровень для электронов расположен дальше от зоны проводимости, то есть их потенциальные ямы глубже. Кроме красного света, на котором идет запись голограммы, теперь в момент записи используют второй (некогерентный, а потому простой и дешевый) источник УФ-излучения. В исходном состоянии электроны находятся преимущественно в более глубоких («марганцевых») ямах. От УФ-света они поднимаются в зону проводимости и частично заполняют ямы железа. Находясь в них, они способны возбуждаться уже от красного света, при этом электроны перераспределяются (в соответствии с интерференционной кар-

тиной) и в неосвещенных местах падают в ямы обоих типов. Теперь опорный пучок красного света уже не способен вызвать электроны из марганцевых ловушек, поэтому определяемое ими распределение зарядов не будет повреждаться; в то же время интерференционная картина восстановится, то есть чтение будет происходить. Для стирания информации нужно осветить кристалл ультрафиолетом.

Сделан важный шаг, приближающий нас к качественно новым устройствам памяти, но это скорее начало, чем конец пути, — предстоит решить еще много проблем.

Дыба для ДНК

U. Bockelmann et al., «Phys. Rev. Lett.», 1997, v. 79, p. 4489; «Phys. Rev.», 1998, v. E 58, p. 2386

Как только ни изучали самую главную молекулу, однако некоторые свои тайны она, похоже, так и не открыла. Но вот к ней стали применять зондовые микроскопы, и, не выдержав «пыток», ДНК «заговорила». Эти инструменты позволяют манипулировать отдельными атомами и молекулами, причем вместо косвенных и сложных для интерпретации данных, которые дают химические и спектроскопические методы, тут имеют дело с наглядной механикой.

Физики из Высшей нормальной школы (Париж) поместили в раствор (близкий к физиологическому) одиночную молекулу ДНК фага лямбда длиной более 16 мкм — она содержит 48 502 пар оснований. С одного конца молекулы две ее нити слегка разошлись, и конец одной из них закрепили (пришили к стенке), а конец другой присоеди-



нили к микрошарику, установленному на игле зондового микроскопа, поэтому его можно было передвигать. И начали растягивать концы в разные стороны, прикладывая силу порядка 10 пн (1 пн = 10^{-12} н, 1 н — вес стогривовой гирьки). При этом они разрывали водородные связи между комплементарными основаниями, то есть денатурировали ДНК. В результате получена зависимость требуемой для этого силы от порядкового номера основания в геноме фага, а так как их последовательность расшифрована, то, значит, и от текста ДНК; приложенные в каждом месте усилия зависят от содержания в нем АТ- и ГЦ-пар, что неудивительно, поскольку энергетически они неодинаковы (А и Т связывают две водородные связи, Г и Ц — три).

Самое интересное, что концы удалось развести на десятки микрометров, то есть разделить два сахарофосфатных тяжа по всей длине исходной молекулы. Но ведь в двойной спирали они закручены друг на друга! Значит, чтобы эти тяжи могли расходиться, вся ДНК должна вращаться (как карданный вал автомобиля) вокруг своей длинной оси, то есть растяжением концов нужно вызвать вращение огромной молекулы, которая к тому же еще как-то скручена. Как это может происходить, непонятно, ведь диаметр ДНК около 2 нм, а ее длина была, как сказано, 16 мкм (для сравнения представим, что, растягивая за два конца перекрученные шнуры, диаметры которых равны 1 см, нужно полностью раскрутить двойную спираль из них длиной 160 м, содержащую почти 5000 витков).

Авторы работы ни слова не сказали (простоты ради) о проблеме раскручивания, но пренебрегать ею никак нельзя, — возможно, именно в обнаружении этого противоречия и состоит самая важная информация,

добытая в эксперименте. Можно вспомнить, что в 70—80-е годы за рубежом и у нас в стране были предложены несколько альтернативных моделей ДНК, в которых две нити не закручены; наверное, теперь стоит вернуться к их рассмотрению. Но прежде необходимо провести эксперимент *сгусис* — закрепить второй конец ДНК так, чтобы раскручивание в принципе не могло происходить, и повторить опыт. Если нити опять разойдутся, то, значит, модель Уотсона—Крика действительно неверна.

Счет идет на атомы

H. Ohnishi et al., «Nature», 1998, v.395, p.780;
A.I. Yanson et al., p.783

Сканирующие зондовые микроскопы помогают прокладывать пути в наномир, а это тот масштаб, на котором будут развиваться основные технологии XXI века. Две группы исследователей (японская и голландско-испанская) с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) изучали так называемые «точечные квантовые контакты», когда два проводника соединены между собой мостиком толщиной в один или несколько атомов.

Получали их так. В глубоком вакууме на «островок» из золота, нанесенный на медный провод, опускали иглу СТМ (тоже из золота), а затем медленно ее поднимали. При этом она тянула за собой «златую цепь» — атомы как бы стекали с иглы. Этим способом удается формировать устойчивые в течение минут или даже десятков минут нити длиной почти в нанометр, содержащие четыре атома по длине и несколько — по толщине. Получен-

ные нанопровода рассматривали в электронный микроскоп, а кроме того, измеряли их электрическую проводимость. Если в сечении был один атом, то она совпадала с «квантом проводимости», равным $2e^2/h$, где e — заряд электрона, h — постоянная Планка; с этой величиной мы недавно встречались в квантовом эффекте Холла («Новости науки», 1999, № 1). Если же «площадь сечения» возрастала в несколько раз, то есть провод состоял из двух или более рядов атомов, то во столько же раз увеличивалась и проводимость.

Такие системы из малого числа атомов в недалеком будущем начнут использоваться в нанoeлектронике.

Карта генов человека

P. Deloucas et al., «Science», 1998, v.282, p.744

В ближайшие несколько лет будет завершен грандиозный проект «Геном человека», то есть прочитан весь текст длиной в три миллиарда букв. А чтобы облегчить специалистам работу с уже имеющейся информацией, кроме банка данных расшифрованных генов теперь создан и другой банк — содержащий сведения о линейной последовательности 30 181 генов, то есть примерно половины (или трети) всех человеческих генов, и он будет все время пополняться (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genemap98/>).

Как известно, взаимное расположение генов пытались определять еще Т.Морган. Его идея состояла в том, что чем дальше друг от друга расположены два гена в хромосоме, тем больше вероятность, что они разойдутся при обмене ее участками (при кроссинговере). Поэтому, накопив статистику в опытах по скрещиванию, он выяснял относительное местонахождение генов, отвечающих за какие-то признаки (за эти

работы он получил Нобелевскую премию в 1933 году).

Теперь используют метод «радиационных гибридов», изобретенный в 1975 году: человеческие клетки облучают рентгеном, из-за чего хромосомная ДНК в них разбивается на куски, содержащие 2,5—25 млн. пар оснований. Но прежде, чем убитые облучением клетки распадутся, их сливают с клетками хомяка, в которых, таким образом, оказываются отдельные фрагменты ДНК человека (в разные клетки хомяка попадают разные наборы фрагментов). Эти клетки размножают в культуре, при этом реплицируются и фрагменты чужеродной ДНК. Затем определяют состав человеческих генов в каждой клеточной линии и, статистически обрабатывая полученные данные, выводят наиболее вероятное их взаимное расположение в хромосомах (постепенно оно будет уточняться).

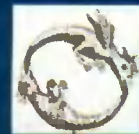
Есть много наследственных заболеваний, связанных с мутациями в каком-то одном гене, а такие распространенные болезни, как диабет и астма, определяют дефекты во многих генах. Генетический анализ плода на ранних стадиях беременности позволяет избежать рождения детей с тяжелыми патологиями, а своевременное выявление предрасположенности человека к той или иной болезни — принять превентивные меры, вплоть до генотерапии (см. статьи о геноме человека в № 3, 4 за прошлый год). Поэтому такой атлас будет широко использоваться медицинскими генетиками.

Кстати, представители растительного мира тоже охвачены международными проектами по секвенированию ДНК. Скромный сорняк *Arabidopsis thaliana* выступает тут моделью, на которой будут изучать принципы организации геномов 250 000 других видов растений. Весь его геном будет расшифрован к концу столетия («Nature», 1998, v.391, p.485).

Подготовил
Л.Верховский



Работа с человеческим материалом



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Трансплантация и тканевая инженерия

Е. Клещенко

Восстанавливать поврежденные или утраченные органы — давняя мечта человечества. Но отрубленные руки отрастают только в сказках, а в действительности люди с врожденными дефектами тела, с тяжелыми травматическими повреждениями, с генетическими заболеваниями, такими, например, как инсулинзависимый сахарный диабет, цирроз печени, неизлечимые поражения почек, живут без особых надежд на чудо.

Конечно, можно пересадить больному новую печень, новое сердце... Теоретически. На практике трансплантация органов осложнена многими ограничениями. Донорского материала очень мало (как правило, для трансплантации берут органы людей, погибших в катастрофах), к тому же при транспортировке орган часто теряет жизнеспособность. В США и Европе из всех больных, которым показана пересадка органа, операцию делают менее чем одной четверти (точнее, 15–25%). Трансплантация органов животных тоже имеет свои недостатки (об этом мы еще скажем). И в любом случае после успешной пересадки больному всю жизнь приходится принимать иммуносупрессивные препараты, предотвращающие отторжение трансплантата. Кроме того, весь комплекс медицинских услуг по трансплантации и последующему лечению пациента обходится неизмеримо дорого.

Однако в последние годы экспериментальная и практическая медицина нащупывает другие пути. Фактически сегодня создается новая хирургия. Идея ее состоит в том, что необходимые органы и ткани необязательно брать от донора. Их можно выращивать заново.

Хирурги против иммунитета

*Только не нашли они сердца,
чтобы было ему
под стать, пока не взяли
сердце одной кобылы...*

Младшая Эдда

Исторические корни методов, о которых пойдет речь, надо искать в трудах Рудольфа Вирхова (1821–1902), создателя особого раздела медицины — клеточной патологии. Вирхов понимал болезнь как повреждение группы клеток, выход из строя части конструктивных элементов, составляющих организм: «Все наши патологические изменения необходимо свести на изменения в элементарных частях тканей, в ячейках». Он же ввел представление о том, что клетки непрерывно обновляются: на смену старым приходят молодые. Таким образом, медицинские исследования не только перешли на новый уровень, но была намечена новая цель, поначалу совсем отдаленная: если организм че-

ловека состоит из мельчайших «конструктивных блоков» и существует естественная замена старых блоков, отработавших свой ресурс, следовательно, можно симитировать этот процесс, научиться заменять больное на здоровое искусственным путем.

Однако первые опыты по медицинской трансплантации тканей не имели никакого отношения к клеткам — пересаживали макроскопические объекты. Часто забывают, что эти опыты имеют по меньшей мере трехвековую историю. Все началось с пересадки жидкой ткани: первое успешное переливание крови ягненка человеку сделал французский ученый Ж. Дени в 1667 г. Удачным был и второй, и третий опыт, а четвертый привел к смерти больного, после чего опыты прекратились надолго. К началу XIX века сформировалось четкое понимание того, что человеку можно переливать лишь человеческую кровь. В 1819 году это впервые проделал английский акушер Дж. Бланделл, а в России первое переливание крови

сделал Г. Вольф (1832) — он спас женщину, умиравшую от маточного кровотечения после родов.

Однако исход переливания оставался непредсказуемым до тех пор, пока австрийский ученый Карл Ландштейнер (1900) не установил наличие у человека групп крови. А в 1908 году, когда было создано учение об иммунитете И. И. Мечникова и П. Эрлиха, эти факты получили научное обоснование.

Про опыты по пересадке органов «Химия и жизнь» писала не один раз (например, в № 8 за 1998 год, с. 40). Сейчас напомним только некоторые даты. Многочисленные попытки пересадить человеку почки, сердце, печень животного (как правило, свиньи или приматов) медики предпринимали начиная с 1964 года; все они заканчивались отторжением пересаженного органа. Триумфальная операция южноафриканского хирурга Кристиана Барнарда, впервые пересадившего больному человеческое сердце, датируется 1967 годом. С тех пор

было множество удач и неудач, но одно оставалось неизменным: проблемы с иммунной системой.

Чтобы избежать этих проблем, трансплантологи перепробовали множество оригинальных способов. В качестве примера можно назвать методику лечения инсулинзависимого сахарного диабета, которая была разработана и практиковалась в 70—80-е годы. Клетки, взятые у эмбрионов животных из островков Лангерганса поджелудочной железы (именно там синтезируется инсулин), заключали в специальные оболочки из полупроницаемых мембран. Затем эти мембранные камеры имплантировали в брюшную полость или в другие части тела больного. Стенки камеры не пропускали к донорским клеткам ни клетки иммунной системы, ни антитела, но оставались проходимыми для питательных веществ и продуктов метаболизма: чужие клетки были вне контроля иммунной системы, но получали питание и выдавали продукцию.

Казалось бы, придумано идеально. Однако через некоторое время началось отторжение чужеродного элемента: близлежащие сосуды поражал атеросклероз, камеры обволакивала соединительная ткань, не пропускающая питательные вещества. В то же время клетки внутри камеры переставали вырабатывать инсулин. Происходило это потому, что в целостном организме функция каждой клетки находится под постоянным контролем нервной и эндокринной систем, которые ежесекундно посылают сигналы в виде нервных импульсов и гормональных факторов. Когда сигналы не поступают, клетка переходит в состояние покоя. А полупроницаемая мембрана, естественно, не пропускала не только антитела, но и сигнальные факторы.

Сердце на каркасе

...Но, вообще, кожа была все та же, из которой некогда выкроен был отрезок, пошедший на Цинцинната, — бледная, тонкая, в небесного цвета прожилках.

В.Набоков.

Приглашение на казнь

Может быть, эта неравная борьба с иммунитетом как ничто другое подталкивала исследователей к радикальному решению: создать замену донорским органам, вырастив их искусственно. Но для того чтобы выращивать, нужны клетки, способные к многократному делению. Такой способностью обладают отнюдь не все клетки нашего организма, а только некоторые. Что это за клетки?

Начнем, как положено, ab ovo, с первых делений оплодотворенной яйцеклетки. Если эмбрион на ранних стадиях развития (шарик из круглых клеток, похожий на ягоду ежевики) разобрать на отдельные клетки, из каждой разовьется нормальный детеныш, причем все эти детеныши будут близнецами. Такое свойство клеток называется тотипотентностью.

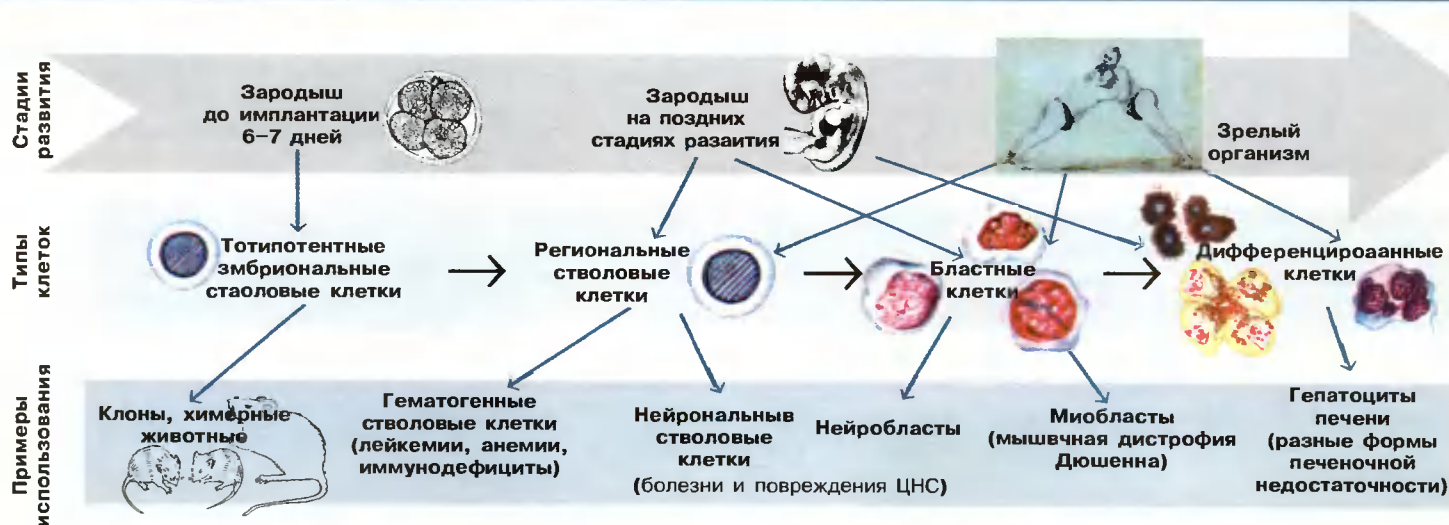
По мере роста эмбриона его клетки проходят несколько этапов дифференцировки, становясь «узкими специалистами». Но этого не происходит с так называемыми эмбриональными стволовыми клетками, задача которых — обеспечивать рост. Даже во взрослом организме остаются региональные стволовые клетки, отвечающие за рост и/или обновление ткани. Когда стволовая клетка делится пополам, одна из дочерних клеток приобретает специализацию — становится структурной единицей нервной, мышечной или соединительной тка-

ни, другая же остается стволовой и в свой черед снова делится.

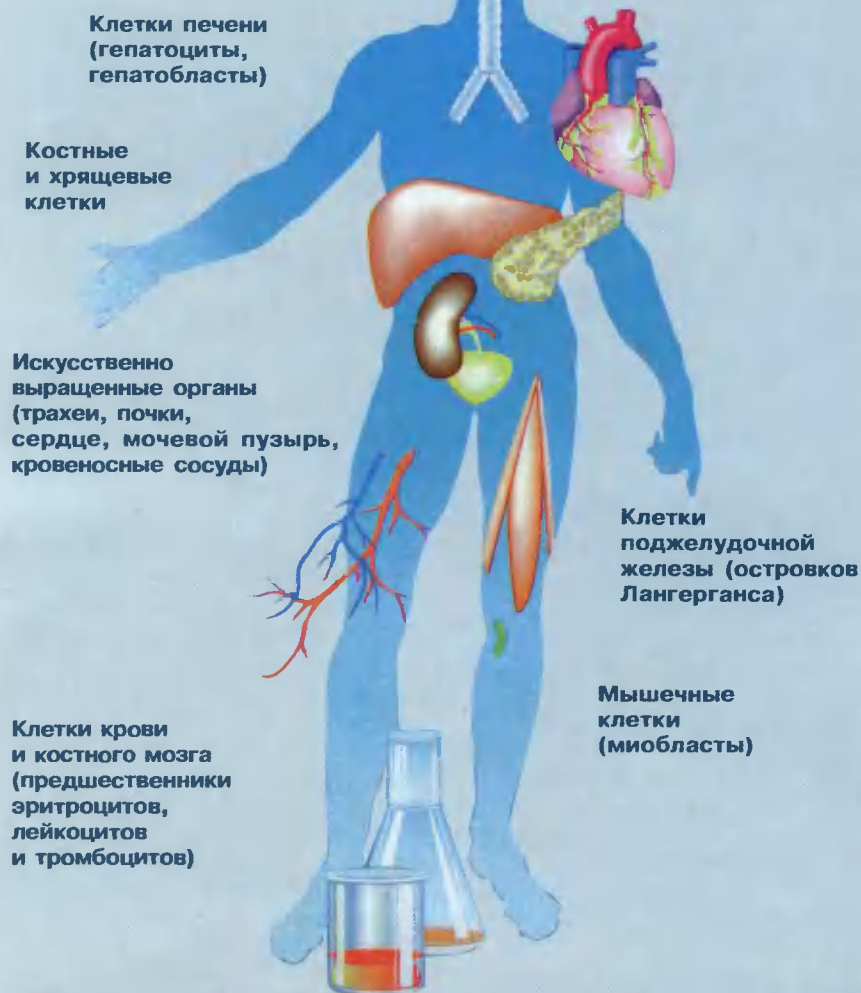
От региональных стволовых клеток надо отличать бластоциты (миобласты, нейробласты). Это, так сказать, промежуточная стадия между стволовой и полностью дифференцированной клеткой. Стволовыми они уже не являются, но работать с ними гораздо проще, чем со сформировавшимся мышечным волокном или нервной тканью.

Стволовые клетки бессмертны, если не считать концом жизни клетки ее деление. А делиться в благоприятных условиях они могут бесконечное число раз. (Как это достигается — тема для отдельной статьи.) Клеткам, определившимся в выборе, включен «обратный отсчет», как герою фильма «Коммандо»: срок им отмеряют сложные биохимические механизмы, в частности теломеры хромосом и фермент теломеразы. Впрочем, у бластоцитов и молодых клеток времени много, им еще делиться и делиться, поэтому их тоже хорошо использовать при трансплантациях.

Каким образом клетки выбирают свои судьбы, пока до конца не ясно. На самых ранних стадиях — очевидно, благодаря тому, что яйцеклетка неоднородна по своему составу: у разных ее полюсов разные химические вещества. Позже — под влиянием сигналов от соседних клеток (см. «Химию и жизнь — XXI век», статью Л.В.Белоусова «Сила, управляющая зародышем» в № 3 за 1997 год). Все клетки влияют на каждую, и расшифровать, а тем более воспроизвести в эксперименте эту совокупность воздействий в ближайшее время едва ли удастся. Вот почему целый орган выращивают из эмбрионального зачатка пока только в фантастических романах, а трансплантологи работают



Пересадка клеток и органов, выращенных вне организма, в будущем веке станет рутинной медицинской процедурой



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Но этот метод долго не удавалось применить к другим органам и тканям. Ведь клетки живого организма обитают в трехмерном пространстве, организованным соединительной тканью и кровеносными сосудами, а в культуре клетки растут, как правило, либо в виде прикрепленного к поверхности однослойного пласта, либо в виде суспензии клеток, свободно плавающих в питательном растворе. Кроме того, взаимные влияния близких клеток, соседей по ткани, да и дальних органов — в культуре все это нельзя воспроизвести. Поэтому во многих случаях из культуральной ткани, даже если она наберет нужную массу, в принципе невозможно сделать функционирующий орган.

Решить эту проблему сумели хирург Джозеф Ваканти из Гарвардской медицинской школы, расположенной в госпитале Бостона, и инженер-химик Роберт Лангер из Массачусеттского технологического института. Они сделали из особых биополимеров трехмерные матрицы, которые направляют рост клеток. В состав биополимера можно вводить биологически активные вещества, например пептидные факторы (так называемые рилизинг-гормоны). Когда же орган на искусственном каркасе будет помещен в организм, кровеносные сосуды и волокна соединительной ткани будут прорастать в него, постепенно замещая биополимер, который со временем рассасывается.

Сейчас медики уже используют несколько вариантов искусственно выращенной печени и костной ткани. А в последний год Энтони Атала и Дарио Фоза из Гарвардской медицинской школы пытаются построить таким способом мочевой пузырь. У эмбриона ягненка берут кусочек стенки мочевого пузыря, его клетки культивируют отдельно, как и в случае стенки кровеносного сосуда, и затем помещают в матрицу. Полученный орган пересаживают новорожденному ягненку. А в ближайшие пять лет авторы исследования намереваются провести

все-таки по отдельности с разными типами клеток.

Сама идея «органов вне организма» не так уж и нова. Искусственные кожные лоскуты и хрящи для исправления травматических и ожоговых дефектов еще двадцать лет назад научились выращивать в специальных установках, и с тех пор это направление весьма успешно развивается. (Подробнее — в этом же номере, в статье «Человек меняет кожу».) А совсем недавно группе ученых канадского госпиталя в Квебеке удалось сделать человеческие кровеносные сосуды из не-

скольких дифференцированных клеток пуповины. Исследователи вырастили отдельно три слоя стенки сосуда: внутренний — эндотелиальные клетки, средний — мышечные и покровные клетки, и внешний — структурные клетки, фибробласты. В специально подобранной среде клетки начали производить коллаген и эластин, необходимые для создания упругого «каркаса» стенки сосуда. Далее все три слоя сложили вместе и свернули в трубочку. Сосуд длиной пять миллиметров и три миллиметра в диаметре сделали за двенадцать недель.

ти эксперименты с новорожденными младенцами, используя эту технику для коррекции врожденных аномалий, которые можно диагностировать еще в утробе матери: дефекты почек, стенок трахей, сердца.

Может быть, подобные методики позволят воспроизводить и такие сложные части тела, как руки и ноги. Большая часть необходимых технологий уже разработана: биополимерные матрицы, популяции необходимых типов клеток, которые сохраняют жизнеспособность и успешно функционируют в культуре. А что касается сложных структур, подобных мышцам человеческой руки, то весьма вероятно, что врачам помогут сами «строительные блоки» человеческого тела: ведь нормальная клетка подчиняется законам, хоть и не до конца понятным, но направленным на благо организма в целом. Как утверждают авторы метода Лангер и Ваканти, «хирургам останется лишь установить взаимосвязь созданного органа с нервной системой, кровеносными сосудами и лимфатическими каналами». Слово за инженерами, конструирующими матрицы...

Человеческие органы из клеток животного

Со ступней и впрямь все было в порядке, разве что она больше подошла бы аллигатору, ибо из зародыша на ноге Билла проросла чудесная зеленая, чешуйчатая, со множеством когтей крокодиля лапа.

Гарри Гаррисон, Роберт Шекли.
Билл, Герой Галактики,
на планете
закупоренных мозгов

Но обязательно ли выращивать материал для трансплантации вне организма, а потом «пришивать»? Может быть, все-таки возможно растить его *in vivo* — в самом организме, прямо так, как говорится в сказках? Если пе-

ресаживать не орган, не кожный лоскут, а отдельные клетки или кусочки ткани, способные к размножению?

Для пересадки можно использовать клетки и ткани эмбриона человека, полученные при операции по прерыванию беременности. С медицинской точки зрения это наилучший вариант: высокое содержание стволовых и молодых клеток в любой ткани, минимум проблем с иммунной системой (в эмбриональных тканях очень мало антигенов гистосовместимости) и как бесплатное приложение — факторы, стимулирующие рост и регенерацию, в том числе и собственных клеток больного. Но человеческие эмбрионы — дефицит, не говоря уже об этических проблемах. У взрослых людей стволовых клеток мало, и процедура получения их весьма трудоемкая. Однако есть еще один вариант: клетки трансгенных животных. (Напомним, что трансгенным называются организмы, содержащий активные гены другого вида — в данном случае человеческие.)

Эмбриональные ткани и клетки человека и животных имплантируют в брюшную полость, мышцы и даже в мозг больных. Так лечат и тяжелые формы сахарного диабета, и заболевания печени, и хронические болезни центральной нервной системы. У взрослых особей, как всем известно, нервные клетки не восстанавливаются, но в нервных тканях зародышей много стволовых клеток, из которых образуются нейроны. Инъекции таких клеток — основной метод реконструктивной нейрохирургии. Оказалось, что стволовые клетки в организме больного восстанавливают утраченные нервные связи, исправляя разрушения, которые прежде считались неизлечимыми: инсульты, травматические повреждения.

В 1998 г. группа исследователей из университетов штатов Колорадо и Массачусетса сообщила об успешном лечении экспериментально вызванной болезни Паркинсона у крыс: в мозг животных ввели трансгенные клетки эмбриона коровы, секретирующие

нейромедиатор дофамин. Дефицит медиатора был восполнен, и болезнь отступила. В России близкие по тематике исследования проводят в НИИ трансплантологии и искусственных органов МЗ РФ, в Институте биологии развития РАН. А наши постоянные читатели, конечно, помнят поразительный материал Л.И.Корочкина (№ 3 за 1998 год, с.22) о лечении паркинсонизма с использованием эмбриональных клеток дрозофилы.

Стволовые клетки животных широко используют для лечения разных форм иммунодефицитов, как врожденных, так и приобретенных. Именно этот метод применяли в случае Джефа Гетти из Калифорнии — больного СПИДом, которому пересадили стволовые клетки из спинного мозга павиана. Иммунная система приматов более устойчива к ВИЧ, чем у человека, так что стволовые клетки двух видов, мирно уживаясь в одном организме, худо-бедно справились со своей задачей — обеспечили человеку иммунную защиту.

Трансплантация гена

...Я, как и всякий порядочный врач, не умею лечить генетические болезни.

А. и Б.Стругацкие. Время дождя

Трансплантология на клеточном уровне встретила с другой медицинской дисциплиной — генотерапией. Ведь многие болезни, излечимые методами тканевой инженерии (в том числе уже упомянутый инсулинзависимый диабет), вызваны не повреждениями органов или тканей, а дефектами в генах.

Честно говоря, эффективных методов лечения генетических аномалий пока нет. Слишком сложная поставленная задача. Подправлять дефект в каждой отдельно взятой клетке микрохирургическим путем невозможно, а векторы, носители нужного гена, не всегда успешно внедряются и активизируются.

Но можно использовать в качестве вектора целые клетки, содержащие здоровый ген: поселить их в организме больного и заставить работать. Это уже умеют делать: нужный ген, снабженный активными регуляторными элементами (чтобы продукта было побольше), внедряют в культивируемую клетку, затем генетически измененные клетки наращивают и имплантируют их в организм больного.

**Все мы когда-то
были маленькими...
Эти четыре клетки —
человеческий
зародыш**





Здесь медики часто сталкиваются со знакомой проблемой: ген в чужой клетке постепенно теряет активность. Но все-таки бывают и неплохие результаты. Так, в Америке в начале 90-х годов разработали метод лечения мышечной дистрофии Дюшенна. Эта страшная болезнь поражает детей в двух-, четырехлетнем возрасте, но причина ее — именно генетический дефект. Повреждается ген, который кодирует мышечный белок дистрофин, соединяющий внутриклеточные сократимые волокна с мембраной клетки. Без этого белка мышцы разрушаются при попытках сокращения.

Ввести в миоциты больных исправный ген методами молекулярной биологии пока не удалось. Но получилось другое: вколоть в мышцу ребенка донорские миобласты (клетки — предшественники мышечных волокон), несущие нормальный ген. Вместе с миобластами ребенка они образовывали гибридные волокна, которые уже могли нормально функционировать. Болезнь не проходила полностью, но развитие ее замедлялось.

Запчасти для людей

*Рабочий, будь бдителен!
Господь Бог не придумал
запчастей для человека.*

Генри Форд

Любое решение любой проблемы, как известно, создает множество новых проблем. Уже не первый год идут разговоры о том, что опыты по пересадке человеку тканей и клеток животных (в том числе и трансгенных) следует запретить. В генетическом материале животных иногда встречаются вирусы, безвредные для хозяев, но очень опасные для человека. Одно-единственного примера — вируса СПИД — вполне достаточно. А, например, у свиньи, основного кандидата на предоставление донорских органов человеку, обнаружены ретровирусы, вызывающие у человека рак...

С другой стороны, использование человеческих донорских материалов жестко регламентировано законами всех стран, в результате чего их дефицит становится еще острее. Очевидно, единственный способ обойти все эти сложности — создавать банки стволовых клеток, своего рода хранилища «человеческого материала», заведомо безличного и не испытывающего страданий.

Человеческие стволовые и дифференцированные клетки в культуре — для трансплантолога самый удобный материал. Они дешевы, в них нет примесей «балластных» тканей, которые всегда усиливают иммунный ответ, они стандартизированы, их свойства хорошо изучены; есть и линейные трансгенные клетки с нужными генами. Банки клеток для трансплантации уже сравнивают с «магазинами готового платья», а точнее было бы сказать — с лавками запчастей для человеческого организма. Диабетика нужны клетки, производящие инсулин? Пожалуйста. Нужны нейроны, вырабатывающие дофамин для лечения болезни Паркинсона? Нужны гепатоциты печени или миобласты? Нет проблем.

Еще удобнее было бы культивировать бессмертные тотипотентные эмбриональные стволовые клетки и превращать их по мере надобности в нужный тип клеток. Кстати, исследователи уже научились получать таким образом клетки — предшественники нейронов, миобласты сердечной мышцы и скелетных мышц и некоторые другие типы клеток. Однако Конгресс США наложил мораторий на все манипуляции с самими эмбриональными стволовыми клетками: допустимо ли распоряжаться как обычным лабораторным материалом клетками, каждая из которых может превратиться в человека?

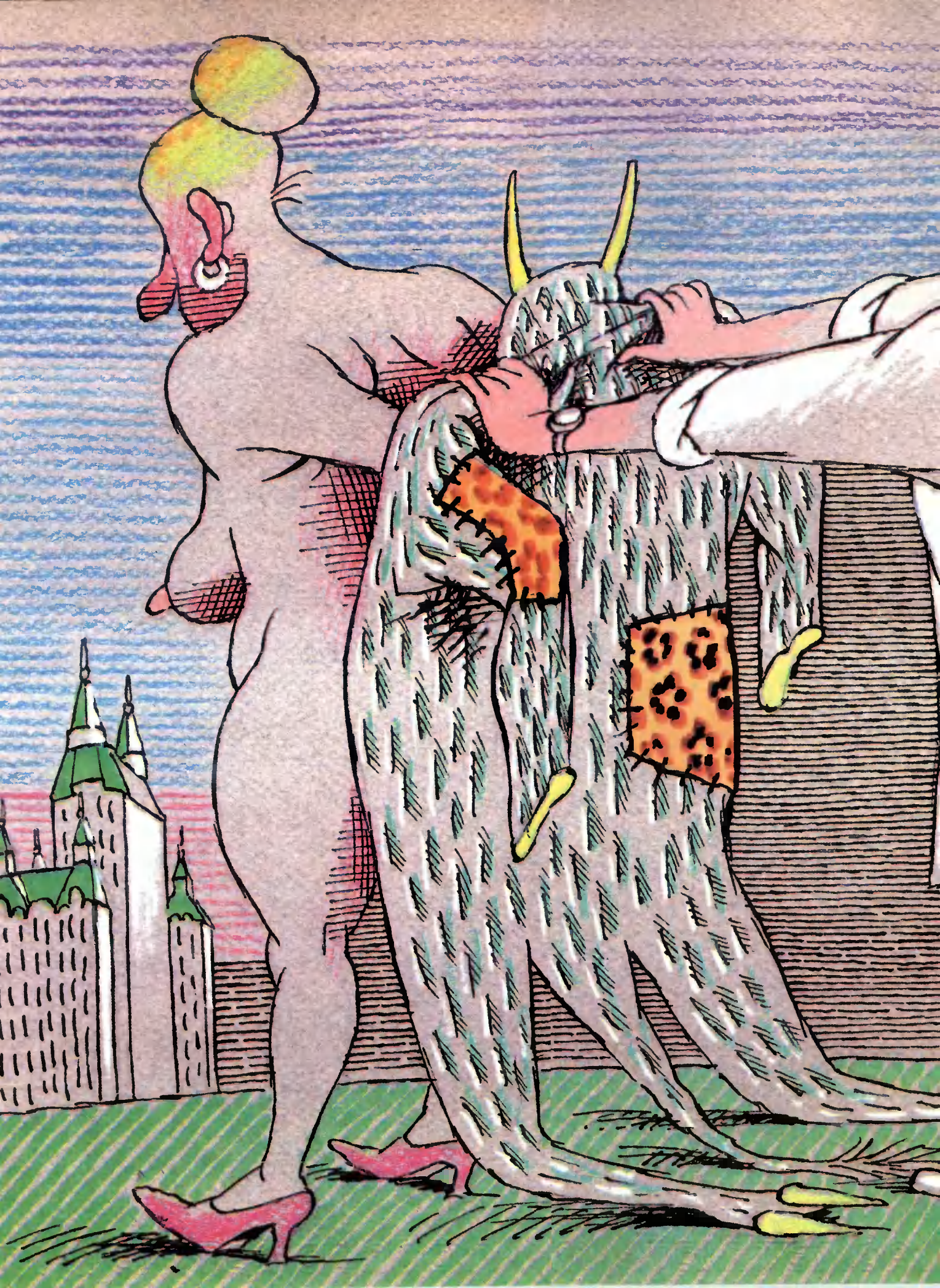
Кстати, ответы на подобные вопросы надо искать как можно быстрее. Ведь все, о чем мы здесь говорим, — уже не фантастика, а самая что ни на есть объективная реальность. В мире существуют и активно работают и банки клеток, и научные центры, в

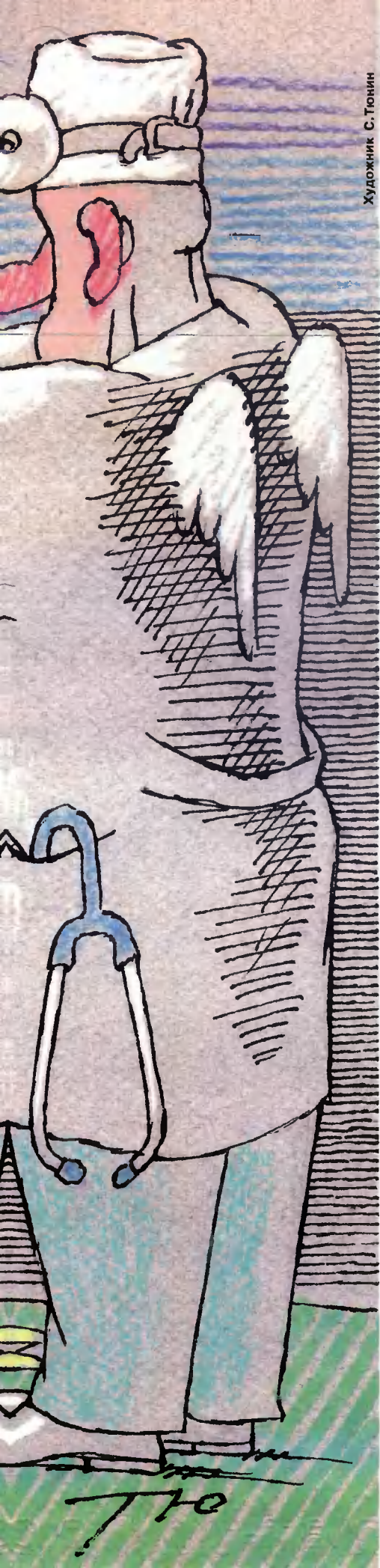
которых каждый год делают десятки тысяч операций по пересадке клеток, и тысячи фирм, поставляющих необходимые биопродукты. Через Интернет легко получить адреса клеточных банков, которые за наличный расчет запасают и хранят стволовые клетки новорожденных (из пупочной вены и плаценты): всего-то 1500 долларов, потом 275 — за первый год, а далее по 50 долларов в год. Запасают не чьи-то чужие, а собственные клетки ребенка, на всякий случай, если что-нибудь, не дай Бог...

Но это в Америке. А как быть россиянам, не имеющим таких возможностей? И всем, кто поспешил родиться, у кого давно нет ни пуповины, ни плаценты? Отчаиваться не надо. В конце ноября 1998 года ученые частной американской лаборатории заявили, что им удалось воссоздать стволовые эмбриональные клетки из ядра соматической клетки, взятой у взрослого человека, а потом имплантированной в яйцеклетку коровы. (Другое приложение того же метода, что и с овечкой Долли.) Может быть, это начало перехода от «магазинов готового платья» к ателье, где шьют на заказ: достаточно создать тотипотентную клетку, используя ядро любой клетки пациента, а из нее уже нарастить нужную ткань. Никаких проблем с иммунитетом, никаких побочных эффектов...

Это пока мечты. Даже в развитых странах, что уж говорить о нас! России пока не по карману обеспечение науки, которая необходима для медицины такого уровня. Выход из ситуации возможен лишь в сотрудничестве с ведущими зарубежными партнерами. (Первые шаги в этом направлении предпринимает НИИ трансплантологии и искусственных органов МЗ РФ.)

Но так или иначе, все российские специалисты сходятся в одном: создание национальных банков стволовых клеток должно стать одним из приоритетных направлений. Без особого преувеличения можно сказать, что от успехов (или неудач) в этой области зависит, какой будет российская медицина XXI века.





Художник С. Тюнин

Человек меняет КОЖУ

**С.Афонькин,
М.Блинова**

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

При нарушении больших площадей кожного покрова в организм попадают патогенные микроорганизмы, а наружу выделяется белок, плазма крови, теряются необходимые электролиты. Если добавить сюда болевой шок и отравление организма продуктами распада поврежденных тканей, то становится ясно, почему ожоги всего около трети поверхности тела смертельно опасны. Вот если бы можно было с легкостью сказочной царевны-лягушки надеть на себя новую кожу, которая до поры хранилась бы отдельно, то многие проблемы ожоговой терапии были бы решены.

Сохранять кусочки человеческой кожи вне организма научились еще в прошлом веке. Их брали у добровольцев и держали некоторое время в питательной жидкости, составленной на основе солей, плазмы крови и глюкозы. Кожные лоскутки успешно приживались на прежнее место. Но для закрытия больших раневых поверхностей такой способ явно не годился. Надо было не просто вырезать куски здоровой кожи и сохранять их жизнеспособность, а научиться выращивать новые пласты большой площади из отдельных клеток.

Современные методы позволяют культивировать вне организмов сотни различных типов клеток многоклеточных существ. Проблема в том, чтобы найти и выделить именно те клетки человека, за счет которых образуется его внешний кожный покров. А это не так просто, поскольку кожа — сложное образование, включающее много различных клеточных слоев.

Предшественники рогов и копыт

Кожу можно сравнить с домом, построенным из клеток-кирпичей. Подвалы дома образуют самые глубокие ее части, так называемую дерму. Там, среди переплетения различных коммуникаций — кровеносных сосудов и нервных окончаний, обитают клетки фибробласты, выделяющие белок коллаген. Закрученные пучки коллагеновых микрофибрилл под микроскопом напоминают веревки. Микрофибриллы, в свою очередь, соединяются в более мощные образования — коллагеновые волокна, похожие на толстые морские канаты. Эти волокна окружены белками и полисахаридами. В целом получается структура, которую биологи называют внеклеточным матриксом. Фибробласты и матрикс с коллагеновыми волокнами образуют соединительную ткань — прочную основу, на которой уже можно

возводить клеточные стены верхних слоев кожи — эпидермиса.

Наращивание эпидермиса похоже на возведение кирпичной кладки с той лишь разницей, что на человеческой стройке новые кирпичи кладут поверх уже положенных. А в эпидермисе наоборот: самые старые клетки лежат наверху, а новые образуются внизу, на границе дермы и эпидермиса. Там находятся так называемые базальные (их еще называют стволовыми) кератиноциты, которые постоянно делятся. Это их основная работа.

В неповрежденной коже кератиноциты образуют сплошной слой, который лежит поверх дермы на специальной подложке — базальной мембране. Вновь образующиеся клетки оказываются сверху базального слоя, ибо деться им больше некуда. Потеряв контакт с дермой, они, словно мифический Антей, утрачивают силы к дальнейшему делению и начинают вместо этого производить кератин —

кератиноциты и все произведенные ими клеточные слои эпидермиса.

Далее дермальный слой удаляли, а кусочки с кератиноцитами обрабатывали трипсином и соединениями, связывающими ионы кальция. В результате межклеточные контакты разрушались, базальные клетки отслаивались и попадали в раствор. Просеивая выделенные клетки через нейлоновый фильтр и отмыв от трипсина, можно было получить отличный клеточный материал для выращивания искусственной кожи.

Кастраты-кормильцы

Но выделить базальные кератиноциты в чистом виде — лишь частично решить проблему. Как и многие высокоспециализированные клетки нашего тела, кератиноциты совершенно беспомощны, когда оказываются в одиночестве. Они честно выполняют свою работу, но при этом нуждаются в постоянной кормежке, уходе и подсказках, как вести себя в той или иной ситуации. В коже о них заботятся соседи фибробласты. Соседи же намекают кератиноцитам, что, мол, пора, размножаться.

Но фибробластов, истинных друзей и наставников кератиноцитов, в пластическом сосуде нет — мы же сами и только что избавились от них с помощью диспазы и коллагеназы. Проблема возникает вроде неразрешимая: и без фибробластов кератиноцитам *in vitro* плохо, и выращивать их вместе нельзя, поскольку первые быстро вытесняют последних. Удалось разрешить и это противоречие. В приготовленный для культивирования кератиноцитов сосуд заранее добавили трансформированные фибробласты. Так называют выделяющие коллаген клетки, которые могут без особых проблем неограниченно долго размножаться *in vitro*. Следовательно, в лаборатории их всегда можно держать под рукой. Предварительно эти клетки подвергают действию гамма-лучей, а дозу облучения подбирают такую, чтобы трансформированные фибробласты еще оставались живы, но уже навсегда утратили способность к делению. В результате получают так называемые фидерные клетки (по-русски «кормилки», хотя, по существу, их правильнее было бы назвать «евнухами»). В их присутствии внесенные в сосуд кератиноциты получают необходимую поддержку, не опасаясь конкуренции со стороны «кормилок».

Лежа на своеобразном матрасе из белков, которые нарабатывали фидерные клетки, кератиноциты начинают

бодро делиться. В результате недели через две на дне сосуда образуется тончайшая практически прозрачная пленочка из кожи, выросшей вне организма!

Шрам — строительный брак

Примерно по такому же сценарию развиваются события и при естественном заживлении небольших повреждений кожи. Любой кератиноцит, только что возникший в результате деления стволовой клетки, старается прежде всего «проверить», нет ли рядом свободного места, где можно было бы с комфортом распластаться на слое фибробластов. В ране с утраченным эпителием и обнаженной дермой такого места полно! В результате кератиноциты будут выползать из краев раны и двигаться к ее центру, пока не затянут дерму целиком своими телами. А дальше снова начнется образование слоев эпидермиса. Если площадь обнаженной дермы окажется достаточно большой и расплзающиеся кератиноциты не успеют в разумные сроки закрыть рану своими телами, организм отреагирует на такую проволочку вполне разумным образом.

Он начнет «заливать» рану цементом коллагена. Но если коллаген в дермальном матриксе уложен красиво и правильно, то при последнем латании раны уже не до архитектурных тонкостей — молекулы кератина лепятся друг на друга как бог на душу положит. В результате образуется некрасивый гипертрофический келлоидный рубец, обычно выступающий над поверхностью кожи, словно нарост на коре дерева. Позже гипертрофический рубец (который все же лучше, чем открытая брешь для микробов) может превратиться в атрофический — менее заметный, белесый, но столь же неэстетичный.

Кстати сказать, время образования лоскута кожи из культивируемых *in vitro* кератиноцитов — две недели — почти в точности соответствует времени, которое необходимо организму и врачам, чтобы подготовить ожоговую поверхность принять на себя новую кожную одежду. Вот как это делается.

Живая повязка

Первым делом надо вывести пострадавшего из состояния ожогового шока и осторожно произвести некрэктомию — удалить омертвевшие ткани.

основной белок волос, перьев, рогов и копыт.

Молодые делящиеся кератиноциты постепенно оттесняют своих предшественников все дальше от дермы, а те постепенно меняют свою форму, становятся все более плоскими и в итоге превращаются в ороговевшие мертвые чешуйки, состоящие почти из одного кератина.

Из сказанного ясно, что для выращивания эпидермиса вне тела человека нужно заполучить стволовые базальные клетки кератиноциты, а остальное они сделают сами.

Просеивание кожи через сито

Можно попытаться решить эту задачу, что называется, в лоб — сначала вырезать под местной анестезией небольшой лоскуток толщиной около трети миллиметра и потом развалить его на отдельные клетки, обработав ферментами, которые нарушают клеточные контакты. К сожалению, этот метод мало что дает.

Подобные лоскутки обязательно будут содержать не только базальные клетки эпидермиса и их производные, но и фибробласты. Последние при выращивании *in vitro* делятся быстрее кератиноцитов и очень скоро «забивают» первых. Значит, задача сводится к тому, чтобы отделить зерна от плевел — получить стволовые клетки эпидермиса в чистом виде.

Впервые с этим справились в 1975 году американские биологи Д.Рейнвальд и Г.Грин. Они обработали небольшие кусочки кожи микробным ферментом диспазой, которая специфически разрушает материал базальной пластинки и позволяет тем самым отделить дерму от эпидермиса. А мешавшие разделению пучки коллагена «обкусывались» ферментом коллагеназой. В растворе коллагеназы и диспазы лоскутки кожи довольно быстро расслаиваются на две части. Одна состоит из фибробластов и коллагена дермы, а другая содержит базальные

Делать это надо так, чтобы свести кровопотерю к минимуму. Лучше всего использовать хирургические лазеры, поскольку при их работе не образуется кровотокающих разрезов.

К сожалению, такой способ на практике применяется не часто, в силу его дороговизны. Обычно же при некрэктомии для остановки крови врачи используют так называемые гемостатические средства: перекись водорода, фибриновый клей, адреналин, тромбин или смесь двух последних препаратов.

Необходимо также избавиться от бактерий, которые могли попасть в рану. Последняя задача осложняется тем, что живые кератиноциты очень чувствительны к иоду и хлорсодержащим антисептикам. Именно поэтому, кстати, нынче рекомендуют обрабатывать иодом только края раны, а не тыкать иодным тампоном в живое мясо.

С другой стороны, пенициллин и стрептомицин, которые чаще всего применяют при культивировании кератиноцитов, обычно оказываются бессильны перед патогенной микрофлорой раны. Те же антибактериальные препараты, которые оказываются в этой ситуации эффективными, например сульфамилон, полиспорин и бацитрацин, как назло, задерживают рост кератиноцитов *in vitro*. Приходится врачам изворачиваться и находить такие антибиотики, которые и микробов убивают, и пересаженным клеткам кожи расти не мешают. Например, это могут быть неомицин сульфат, полимиксин, норфлоксацин или нистатин.

Когда рана для пересадки кожи готова, дно пластикового сосуда с культивируемыми клетками вырезают обычным приборчиком для выжигания по дереву. Кожный лоскут начинает отделяться от слоя фидерных клеток и образованного им коллагена с помощью все той же диспазы. Лоскуток толщиной в 8–12 клеток взять в руки явно нельзя, поэтому сверху к нему прижимают специальную парафинизированную марлевую повязку, к которой кожный лоскут и прилипает. Затем эту повязку накладывают на рану (разумеется, той ее стороной, где клетки, а не парафин), и через некоторое время можно наблюдать чудо! Под повязкой появляется бледно-розовая младенческая кожа, которую в дальнейшем, до полного восстановления поврежденного участка, можно прикрывать уже обычными марлевыми повязками. Через год участок пересаженной пациенту кожи уже не отличить от его собственной. Стыки практически незаметны.

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Все сказанное — не продолжение сказки о царевне-лягушке и ее муже, который взял да и сжег всю ее кожу. У нас в стране культивированием эпидермальных клеток *in vitro* и выращиванием кожных лоскутов вне организма вполне успешно занимаются в Москве (Институт биологии развития РАН) и Санкт-Петербурге (Институт цитологии РАН и кафедра термических поражений Военно-медицинской академии).

Инкубатор для кожи

Выращивание человеческой кожи вне организма — процедура недешевая. В частности, стоимость выращивания одного квадратного сантиметра пласта кожи обходится в 7–8 долларов. Нередко же площадь термических поражений у человека достигает нескольких тысяч квадратных сантиметров. Нетрудно подсчитать, во что обойдется латание такой бреш. К тому же все процедуры по выращиванию кожи и по ее пересадке требуют усилий высококвалифицированных специалистов. Может, проще воспользоваться уже готовым, естественным материалом?

Ясно, что при больших площадях поражений пересаживать кожу самого больного на обожженные участки бессмысленно. Такое оправданно лишь при тонких косметологических операциях, когда хирург работает всего с несколькими квадратными сантиметрами эпидермиса. Нельзя ли воспользоваться трупным материалом? Однако в этом случае велика вероятность навредить пациенту. Где гарантия, что клетки кожи еще живы и они не станут источником дополнительной бактериальной инфекции? Да и найти в нужный момент подходящий трупный материал непросто. Более того, даже если он найдется, воспользоваться им не удастся. Трупное донорство в нашей стране запрещено указом президента.

В случае же искусственно выращиваемых лоскутов кожи эти проблемы

снимаются, даже если материал взят не от самого пациента, а от другого лица, то есть когда речь идет не об аутологичной, а о так называемой аллогенной трансплантации. Иммунная система человека, сталкиваясь с пересаженной чужеродной кожей, реагирует в основном на так называемые клетки Лангерганса (не путать с островками Лангерганса). Они находятся в дерме, происходят из костного мозга и похожи на амёб. При выделении суспензии кератиноцитов клетки Лангерганса теряются, и, следовательно, отторжения выращенного и пересаженного лоскута эпидермиса впоследствии не происходит. Учитывая сказанное, все-таки во всех отношениях выгоднее пересаживать кожу, выращенную *in vitro*, чем брать ее от трупов. Как говорится, дорого, да мило; дешево, да гнило. Тем более что в первом случае можно поставить ее производство на поток.

Действительно, представим себе, что, выбрав молодого здорового донора, мы взяли всего квадратный сантиметр его кожи и выделили оттуда все кератиноциты. Через несколько дней культивирования *in vitro* эти клетки будут занимать площадь уже около квадратного метра. Далее подросшие кератиноциты можно смыть с поверхности сосуда и, расфасовав по сотням пластиковых пробирок, заморозить в жидком азоте (процедура в современной биологии вполне рутинная). Возникнет банк клеток кожи, которыми можно воспользоваться в любой необходимый момент. Получив сигнал от медиков об очередном несчастном обожженном, достаточно разморозить всего одну такую пробирку и перенести ожившие кератиноциты в культуральный сосуд с фидерными клетками, и к моменту операции для больного будет готов кусок эпидермиса нужного размера. Не исключено, что в скором времени удастся замораживать и хранить не только клетки, но и целые лоскуты кожи, выращенные *in vitro*.

Переселенцы-2.

К вопросу о пересадке

Короче говоря, мы закодировали мозг Окада на кристаллическую биомассу. Мы имеем шифр мозга Окада, шифр мыслей Окада, шифр его «я». И теперь требуется найти способ перенести этот шифр на другой мозг.

А.Н.Стругацкий, Б.Н.Стругацкий. Полдень, XXII век

О сознании как информации

Как известно, сознание — это функция высокоорганизованной материи. Оно существует в виде закодированной информации, сосредоточенной в головном мозге человека (преимущественно в неокортексе*). При этом со стороны законов природы не должно быть запрета на «перемещение» личности и сознания на другой материальный носитель, потому что информация инвариантна относительно своего носителя как материального, на котором эту информацию кодируют, так и идеального, то есть самого кода.

О принципиальной возможности такой операции писал, например, доктор технических наук Э.М.Кусуль в статье «Переселенцы» (см. «Химию и жизнь», 1986, № 2): «Информацию, которая содержится в мозгу человека, можно воспроизвести на другой физической основе, скажем, при помощи некой кибернетической машины. В таком случае можно попытаться продлить жизнь личности, независимо от того, сможет ли наука бороться со старением тела».

Что переселять?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно знать принципы кодирования. Точно этого никто не знает, однако есть гипотезы и экспериментальные данные, позволяющие их оценить на разных функциональных уровнях. Начнем с нижнего уровня — с нервной клетки.

Не исключено, что для рассматриваемого проекта наиболее интересна модель работы нервной клетки и внутриклеточных уровней, которую построил доктор биологических наук Е.А.Либерман в 1965—1990 гг. Согласно этой модели, внутри нейрона действует «молекулярная вычис-

лительная машина», анализирующая входящую информацию. Программы такой машины закодированы структурой ДНК, а в результате ее работы нейрон вырабатывает последовательность электрических импульсов и веществ-медиаторов, передающих информацию посредством мембраны в другие нейроны или на управляющие органы.

Следующий уровень — межнейронные взаимодействия и популярная ныне среди нейрокомпьютерщиков гипотеза памяти с реализацией в виде сети так называемых «искусственных или формальных нейронов». На этом уровне, согласно концепции нейробиологов Г.А.Вартаняна и А.А.Пирогова, главный информационный элемент, «единица» нейрокода, — интервал времени между импульсами.

Самый верхний уровень — мозг как единое целое, о поведении которого судят с помощью различных энцефалограмм и томограмм, причем некоторые результаты удается трактовать в рамках теории самоорганизующихся систем. Например, в 1994 г. И.Пригожин упоминал работы, из которых следует, что «в стадии глубокого сна в активности головного мозга обнаруживается детерминистический хаос с фрактальным аттрактором в пятимерном пространстве».

Итак, попробуем построить технологическую схему «сквозного» согласованного нейрокодирования. На разных уровнях оно осуществляется следующим образом: в неокортексе в целом — аттракторами фазового пространства и игрой автоволн электромагнитных и химических «полей» мозга; в нейросети — межимпульсными интервалами; в мембране — структурой проводящих ионных каналов; в теле нейроклетки — активностью клеточных структур, в ядре нейроклетки — строением ДНК. Если эта схема верна, то проект расшифровки сознания может перейти в научно-техническую плоскость.

СОЗНАНИЯ

Художник Н.Кращин



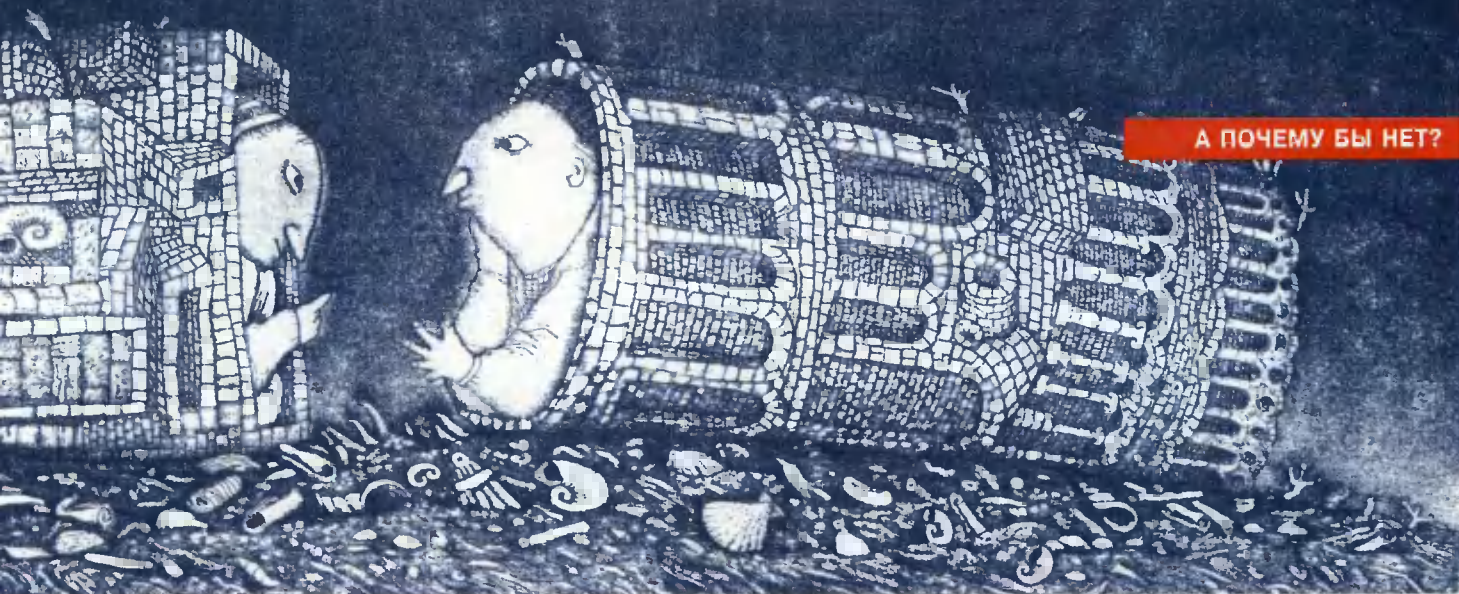
Как переселять?

Вообще-то есть сведения (см. «Технику — молодежи», 1997, № 11) о том, что нейропротезами уже пытаются лечить спинномозговые травмы: врачи либо хотят управлять обездвиженными мышцами с помощью внешнего мини-компьютера, либо вживляют в поврежденный участок спинного мозга микросхему. Но такие «вживления» для заявленного проекта — грубая и недостаточная полумера. Нужно расшифровывать информацию, а потом ее заново кодировать в новом носителе. Задача осложняется тем, что хочется не просто создать информационную копию, а обеспечить непрерывность жизни пересаживаемой личности.

Однако необязательно передавать информацию вовне из черепной коробки. Можно потихоньку создавать новый мозг, постепенно заменяя естественные нейроклетки искусственными и записывая в них всю текущую информацию. (Начало работ по моделированию искусственной мембраны, которая функционально подобна естественной и обучается в процессе жизни организма, описано, например, Л.Д.Бергельсоном.)

Если же речь идет просто о съеме информации с работающего мозга, то пригодятся томографы, благо их разрешающая способность уже достигла 0,05 мм². Этого разрешения достаточно, чтобы наблюдать, например, за электрической активностью нервных клеток зрительного центра. Скорее всего, для съема кода межимпульсных интер-

*Отдел коры, занимающий 96% поверхности полушарий большого мозга.



А ПОЧЕМУ БЫ НЕТ?

валов нужно построить нейротомограф, работающий на уровне собственных резонансных частот нервов (дендритов и аксонов), по электромагнитному излучению которых можно попытаться рассчитать передаточные функции тел нейронов как «черных ящиков». Здесь следует учесть, что, по оценке автора настоящей статьи, гипотетическая собственная частота нервов должна быть порядка 10^{13} – 10^{15} Гц, то есть лежать на границе радио- и оптического диапазонов, и поперечные электромагнитные волны будут гаситься водно-липидной средой мозга.

Но даже если снять всю электрическую активность мозга-донора и записать ее в мозг-реципиент, то все равно нет гарантии точной передачи смысла информации. Нейроструктура мозга-реципиента, в том числе и клонированного от организма-донора, может отличаться от структуры «переселенца». Привести их в соответствие удастся, если мозг действительно представляет собой самоорганизующуюся среду. Тогда принципом «переселения» станет определение и передача параметров уравнений, описывающих динамику мозга «переселенца» как единого целого.

Куда переселять?

Первое, что приходит в голову, — это электронно-вычислительная машина. И наш академик В.М.Глушков, и американский профессор А.Болонкин считали, что развитие промышленности достигнет необходимого уровня к 2020–2035 гг.

Возможно, игра «на равных» компьютера «Дип Блю-2» в матче с экс-чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым показала, что по порядку величины возможности человека и компьютера сравнялись. «Дип Блю-2» имел $160 \cdot 10^9$ компьютерных ячеек, анализируя за секунду $200 \cdot 10^6$ ходов ($160 \cdot 10^9 \cdot 200 \cdot 10^6 = 32 \cdot 10^{18}$), в то время как человек задействовал $(1-2) \cdot 10^{11}$ нейроцитов/ход/с. Тогда один «ячейко-ход» человека соответствует $(0,8-1,6) \cdot 10^6$ машинных «ячейко-ходов». При средней «тактовой частоте» мозга 10 Гц (альфа-ритм) емкость нейрона оказывается не менее 1–2 Мб.

Как известно еще с середины семидесятых, например из работ американского нейрофизиолога В.Маунткастла, неокортекс построен из мини-колонок — вертикальных групп из 110 нейронов, с большим количеством связей по вертикали и малым по горизонтали. Мини-колонки собраны в 600 тысяч макроколонок неокортекса. Мини-колонка управляет памятью в 220 Мб, макроколонка — в 220 Гб, а весь неокортекс — в 132 Тб. При этом производительность эквивалентного компьютера должна быть 10^{18} байт в секунду. Много это или мало? Примерно столько будет иметь машина с 1000 параллельно расположенными процессорами с тактовой частотой 1 ГГц, которые IBM обещает начать выпускать в 2002 году. Предел же производительности твердотельной электроники — 10^{21} байт в секунду.

Однако пересадка сознания возможна не только в нейрокompьютер, но и в

носитель биологического происхождения. Успехи в генной инженерии и клонировании млекопитающих показывают, что серийное производство носителей с достаточно сложным строением, чтобы принять пересаживаемое сознание, дело не такого уж далекого будущего.

Не исключено, что к середине XXI века станет практически возможным регулярное «переселение» личности и сознания человека из стареющих организмов в молодые тела-биоклоны либо с помощью промежуточного нейрокибернетического «мозга-носителя», либо в результате прижизненного симбиоза и параллельной работы организма-оригинала и организма-дублира. Более того, сетевая организация виртуально бессмертных личностей может привести, по законам синергетики, к возникновению планетарного сверхмозга с общепланетарным сознанием.

Об упоминавшихся концепциях можно прочитать в следующих книгах:

1. Бергельсон Л.Д. Мембраны, молекулы, клетки. М.: Наука, 1982.
2. Вартанян Г.А., Пирогов А.А. Нейробиологические основы высшей нервной деятельности. Л.: Наука, 1991.
3. Либерман Е.А. Как работает живая клетка. М.: Знание, 1990.
4. Максимович Г. Беседы с академиком В.М.Глушковым. М.: Молодая гвардия, 1978.
5. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, кванты. М.: Прогресс, 1994.
6. Иваницкий Г.Р. Нейроинформатика и мозг человека, М.: Знание, 1991.
7. Болонкин А. «Техника — молодежи», 1997, № 10
8. Кузнецов Т.Я. «Компьютерра», 1996, № 35

Более 140 лет назад, в 1858 году, Рудольф Вирхов провозгласил постулат: «*Omnis cellula e cellula*» — «Каждая клетка из клетки». Так возникло утвердившееся в науке понимание преемственности жизни как эстафеты клеточных поколений. Отсюда же следовал и другой принцип, чеканно выраженный Вирховым: «Для всякого живого существа клетка является последним морфологическим элементом, из которого исходит всякая жизнедеятельность — и нормальная, и патологическая». Без этих положений невозможно представить себе современную биологию. И потому ясен интерес к любым событиям в области цитологии — науки о клетке.

Но как слабо еще изучена клетка, если почти каждые 7 — 10 лет ученые открывают совершенно новую сверхмолекулярную клеточную структуру! Мало того — строение и функции тех структур и органелл, что уже давно открыты (например, хромосом), сегодня остаются во многом неясными или дискуссионными. Живая клетка предстает как микрокосм, полный тайн. Именно такое ощущение возникает, когда знакомишься с трудами выдающегося отечественного цитолога Владимира Яковлевича Александрова (1906 — 1995). Самые ясные и определенные представления о клетке, пишет ученый, возникли у него в 20-е годы, после лекций по цитологии на 1-м курсе университета. «Потом, в течение всей моей жизни клетка для меня становилась все более загадочной и непонятной, а под конец стало казаться, будто клетка, по мере ее изучения, сама себя усложняет, чтобы остаться непознанной».

Владимир Яковлевич мечтал написать книгу о клетке как о целом. Мне думается, что после работ Вирхова именно многолетние исследования, открытия и концептуальные обобщения Александрова с наибольшей силой углубили представление о клетке как об основе жизни. Возможно, историки клеточной биологии покажут это более основательно. А сейчас я приведу лишь некоторые доводы.

Еще в 40-е годы В.Я.Александров постулировал, а затем совместно со своими учениками и коллегами экспериментально доказал, что в основе многих первичных реакций клетки на внешние воздействия лежат обратимые изменения в уровне конформационной подвижности (или гибкости) белковых макромолекул. Говоря химическим языком, это так называемые слабые нековалентные связи — водородные, гидрофобные и электростатические взаимодействия. Множество слабых связей

От тайн клетки к мудрости жизни



Художник Д. Глуговский



определяют характер пространственной укладки белковых цепей — их вторичную, третичную и четвертичную структуру. Разрыв слабых цепей, меняющий конформацию — пространственную структуру белка, — называют также денатурацией. Согласно денатурационной теории, сформулированной Александровым еще в 1940 году, обратимые денатурационные изменения пространственной структуры белковых молекул играют ведущую роль во многих случаях клеточного ответа на раздражение, повреждение и в регуляции клеточной активности в норме. Сначала меняется конформация, затем вступают в игру ферменты, которые действуют как посредники между сферой слабых и ковалентных связей.

В.Я.Александров разбирает классический пример, когда белковые конформации играют ключевую роль в клеточной регуляции. При мышечном сокращении нервная система отдает приказы исполнительным органам на языке электрических импульсов. События разыгрываются в области мембран нервно-мышечных синапсов, где двигательные окончания нерва соприкасаются с мышечным волокном. Биохимическим посредником здесь служат молекулы ацетилхолина, которые связываются с рецепторами на мембране. Оказалось, что стыковка ацетилхолина со своим рецептором происходит именно за счет слабых взаимодействий — ковалентные связи в этом не участвуют. Присоединение ацетилхолина к рецептору меняет конформацию последнего, в результате чего открываются мембранные каналы для прохождения ионов натрия и калия и нервный импульс порождает волну возбуждения по обе стороны от синапса.

Положения денатурационной теории явились подлинным мостом между классической цитологией и молекулярной биологией, биофизикой и биохимией белковых макромолекул. Они получили мощную поддержку после работ американского биохимика Д.Кошланда, который в конце 50-х годов установил необходимость конформационных перестроек молекул фермента в процес-

се его взаимодействия с субстратом. Фермент действует не как ключ в замке, а подгоняет свои активные сайты к субстрату — подобно натягиванию перчаток на пальцы. Уровень лабильности, или конформационной гибкости, одних и тех же клеточных белков может различаться у видов, живущих в холодных или жарких областях. Эта идея Александрова привела к рождению *цитозкологии*, цель которой — сопоставление и анализ механизмов, регулирующих конформационную гибкость белков в эволюции.

Александров любил говорить: у клетки есть «маленькая, но душа». Эта метафора включала представление о клетке как о целостной системе, способной к целенаправленным действиям. Целевое поведение клетки проявляется прежде всего в ее способности к адаптации — поддержанию внутренней стабильности в случае отклонения условий среды от нормальных. Более того, клетка способна к репарации (восстановлению) своих структур и функций в случае достаточно серьезных повреждений. Эти две способности включают целую систему регуляции и координации отдельных звеньев метаболизма и состояния клеточных элементов. Вот исходя из этих представлений о клетке, Александров и вел свои экспериментальные и теоретические исследования. Известен его афоризм: «Организмы существуют не столько благодаря внешней среде, сколько вопреки ей». А известный французский зоолог и эволюционист П.Грассе, как бы вторя ему, заметил: «Жить — значит реагировать, а отнюдь не быть жертвой».

В.Я.Александров рассмотрел разные виды целесообразного поведения клеток. В организации наследственной памяти клеток можно подметить именно такие зачатки поведения — типа того, что у человека называется эрудиция и ум. Клеточная «эрудиция» — это хранение большого набора программ; клеточный «ум» — способность включать в определенных условиях соответствующую программу (об этом, кстати, превосходно писал Л.Верховский в «Химии и жизни», 1984, № 2). Скажем, в ответ

на стресс клетки генерируют изменения своих компонентов и приступают к адаптивному поиску. Типичный пример подобного — запуск многих генов при так называемой SOS-реакции клеток в ответ на односторонние повреждения ДНК. Другие подобные примеры: индукция мейоза у дрожжей при голодании или эпигенетические предраковые изменения клеток, предрасполагающие их к повышенному мутагенезу при действии канцерогенных факторов-цитостатиков. Такого рода ситуации некоторые авторы предлагают называть «genetic intelligence» — генетический интеллект. Эти явления должны стать предметом детального сравнительно-эволюционного изучения со стороны особой ветви знаний — *цитозологии* (клеточного поведения). Ее необходимость была обоснована В.Я.Александровым более 25 лет назад и теперь стала очевидной.

Условно можно выделить три ступени научного постижения: простое знание о каком-либо явлении, затем его глубокое понимание и, наконец, эмоциональное отношение к этому явлению, личностное переживание. Эмоциональное переживание таинственного и, по всей видимости, одного из самых главных свойств живого — целостности — отличает всех великих биологов, начиная с основателя эмбриологии петербургского академика Карла фон Бэра. Эта традиция доминировала и в научном творчестве В.Я.Александрова и соответственно оказывала большое влияние на становление и развитие клеточной и молекулярной биологии в СССР. Когда в конце 60-х годов молекулярные биологи под влиянием своих очевидных успехов испытывали нечто вроде головокружения, Александров был способен охладить их пыл одной фразой, вроде следующей: «За словами «информационная РНК переходит из ядра в цитоплазму» скрывается бездна нашего незнания».

Другой пример. В 30-е годы Александров вместе со своим учителем академиком Д.Н.Насоновым установил, что разнообразные повреждающие воздействия вызывают в клетках весьма сходные, но обратимые изменения, назван-



КЛАССИКА НАУКИ

ные авторами паранекрозом, то есть состоянием «около смерти». Затем, уже в середине 50-х, Александров открыл, что обратимые повреждающие воздействия активируют общую способность живой клетки противостоять самым разным вредным агентам. Клетка как бы закаляется: при повторном повреждении она не только быстрее заживает раны той же тяжести, но способна выносить и более суровые испытания. Не так ли закаляется и психика человека? Основной же принцип подобного закаливания действует уже на уровне клетки! Поэтому вовсе не случайно в его итоговой монографии «Реактивность клеток и белки» мы находим вывод В.Я. Александрова: «Изучение явлений репарации имеет для цитолога серьезное воспитательное значение, оно внушает исследователю уважительное отношение к клетке, так как вряд ли можно назвать какой-либо другой процесс, где клетка столь наглядно демонстрирует глубоко заложенное в ней стремление к целостности».

Есть две стороны активности ученого: собственно научные исследования и его деятельность в научном сообществе, в науке как социальном институте. Деятельность Александрова была двусторонней. Влияние и стиль его поведения в научном сообществе были столь же важны, как и его открытия. И не странно, что именно В.Я.Александров был одним из основателей знаменитой школы по молекулярной биологии в Звенигороде.

Можно себе представить, что должен был испытывать цитолог Александров, когда в советскую биологию стали насильно внедряться бредовые представления О.Лепешинской о порождении клеток из некоей кашицы «живого вещества», равно как и идеи Лысенко о «порождении живого из неживого посредством живого». Александров с его горячим темпераментом и отношением к науке как служению истине стал одним из тех биологов, кто наиболее активно противостоял лысенковщине. Именно он был соавтором знаменитого «письма трехсот» — коллективного

Из афоризмов В.Я.Александрова

Хорошая теория — кратчайший путь от известного к неизвестному.

Человек, перемудренный опытом.

Прогресс в биологии — это переход от ложного знания к истинному незнанию.

И в науке нередко бомбят ложные аэродромы.

Чаще один ум — хорошо, а два — хуже.

На работе — как на пляже: кто сгорает, а кто загорает.

Он не только не ждет милостей от природы, но и не берет их, когда она ему их дает.

Он слишком эрудирован в этой области, чтобы открыть в ней принципиально новое.

Стимулирующее действие хорошей гипотезы прямо пропорционально ее необоснованности.

Моделирование биологических процессов часто напоминает моделирование соловья вербной свистульки.

Предсказание полезно для науки, если оно сделано не слишком рано.

В науке орудовала распоясавшаяся банда передовых ученых.

В борьбе со старостью можно одерживать только тактические победы.

Жизнь — это тема детективного романа, всегда прерывающегося на самом интересном месте.



протеста советских биологов против лысенковского засилья (затем к письму присоединились многие известные ученые — небиологи).

В 1992 году Александров публикует книгу «Трудные годы советской биологии», с подзаголовком «Записки современника». Хотя автор сам прошел через горнило трагедии, его записки поражают достоинством и спокойствием тона, библейской мудростью. Необычен его подход. Он рассматривает лысенковщину как грандиозный эксперимент по социальной психологии, который выявлял пределы прочности моральных устоев у разных людей и дал людям материал для самопознания. Ведь нормальная обстановка, писал Александров, позволяет человеку до конца жизни сохранить благопристойность своего поведения и оставаться в неведении о хрупкости ее основ. Анализируя страшный процесс адаптации психики ученых в те годы, Александров поражает мудрым сочувствием: «Хотя человеческая психика легко заживает укоры совести, у людей высокого морального склада до конца жизни оставались незаживающей язвой последствия вынужденного отступничества».

Библейская мудрость, в которой много печали, сочеталась у В.Я.Александрова с веселой озорной мудростью, с любовью к афоризмам, анекдотам, притчам, байкам, хохмам и розыгрышам. В этом отношении с ним вряд ли кто мог сравниться. Вдруг посредине научной беседы глаза его загорались, из них сыпались озорные искры, и он прерывал беседу очередной хохмой, особенно из цикла еврейских анекдо-

тов. Недаром он был родом из тех мест, откуда вышли мудрецы-хасиды. В его книгах и докладах юмор был отточен и изящен. Вот несколько фраз из книги «Трудные годы советской биологии»: «Если до августовской сессии биологи еще могли мечтать о «свободе слова» в пределах своей специальности, то после сессии для очень многих несбыточной мечтой стала хотя бы «свобода молчания»; о Лепешинской: «Она внесла в науку весь пыл и тактику революционной деятельности, считая цитологию лишь новым поприщем классовой борьбы». Когда из скромных данных делали неоправданные обобщения, возводя их в догму, В.Я.Александров любил приводить восточное изречение: «Гиены охотятся при полной луне, а если луны нет, то и без оной».

Свою итоговую книгу В.Я.Александров завершает парадоксально грустным афоризмом: «В искусстве новое уживается со старым, в науке новое, как правило, стремится обесценить старое. Долговечность созданного ученым часто говорит не столько о его таланте, сколько о застое в данном разделе науки... Научные идеи не могут не стареть, не стареют лишь лженаучные — они гибнут, минув фаза старения». В этой мудрой печали о судьбах научных гипотез есть и внутренний свет. Ведь сам поиск бесконечен, как обновляема и бесконечна жизнь. Эти краткие заметки к научному портрету Владимира Яковлевича Александрова уместно закончить его афористичным кредо: «Моя религиозность исчерпывается верой в то, что для человека мир принципиально непознаваем. Мир можно познавать, но нельзя познать».



Российско-швейцарская фирма CCS Services

поставляет на российский рынок, осуществляет монтаж и обслуживание следующих видов оборудования:

Спектрометры:

- ♦ атомно-абсорбционные (АА);
- ♦ индуктивно связанной плазмы (ИСП);
- ♦ ИСП-масс-спектрометры;
- ♦ спектрофотометры УФ-ВИД.

Микроволновое оборудование:

- ♦ системы подготовки проб для АА, ИСП, ГХ, ЖХ;
- ♦ микроволновые муфели;
- ♦ анализаторы влаги и жира.

Хроматографическое оборудование:

- ♦ газовые хроматографы (ГХ);
- ♦ ГХ-масс-спектрометры;
- ♦ жидкостные хроматографы (ВЭЖХ).

Аналитические весы:

- ♦ чувствительность от 0,1 г до 0,00001 г;
- ♦ ИК-анализаторы влаги.

Искровые анализаторы состава металлов. Гомогенизаторы и электромагнитные размешиватели с подогревом. Центрифуги: настольные и напольные, с подогревом и охлаждением. Электрохимические анализаторы: титраторы, рН-метры.

Нам требуются специалисты по маркетингу и продажам оборудования, а также по его техническому обслуживанию.

Резюме с указанием Ваших координат направляйте по факсу 564-80-52.

121359 Москва, ул.Маршала Тимошенко 19. Тел:(095)149-58-42, 926-59-43; факс 564-80-52.

ЗАО «МАКСИМА»

приглашает вас на выставку

«ИНДУСТРИЯ ЧИСТОТЫ'99»

8—11 сентября 1999 года

Выставочный центр «Сокольники»



Соорганизаторы выставки:
Ассоциация химчисток и прачечных,
**ЦНИИБЫТ,
ДЕЛЬКОНТ.**

Адрес ЗАО «Максима»: 117838 Москва, ул. Профсоюзная, д.3, офис 410.
Тел.(095)124-77-60, факс 124-70-60.

Разные разности

Выпуск подготовили
В.Благутина
С.Комаров,
Б.Силкин,
Е.Солдаткин

Борьба с малярией по-прежнему остается одним из приоритетных направлений Всемирной организации здравоохранения. Каждый год от этой болезни умирают почти три миллиона человек, а еще 500 миллионов, жители 90 стран, — носители страшной заразы. Недавно американские ученые расшифровали одну из 14 хромосом *Plasmodium falciparum*, самого смертоносного вида малярийного возбудителя. Похоже, что именно в этой хромосоме плазмодий хранит информацию, которая позволяет ему ускользать от нашей иммунной защиты. Когда ученые окончательно разберутся, как он это делает, они, надо полагать, изготовят и надежную вакцину против болезни («Science et avenir», 1999, № 1, с.20).

Кого может заинтересовать молоко, срок использования которого давным-давно закончился? И есть ли смысл в таком случае выяснять дату его производства? Такие вопросы не помешали английскому биохимику Р.Эверседу и его коллегам из Бристольского университета изучить сосуды, найденные на стоянках древнего человека в графстве Норт-хемптоншир. На стенках горшков обнаружили следы органики, как оказалось — молока, налитого в них примерно 2300 лет назад, в эпоху бронзового века. Это позволило биохимикам предположить, что древние жители Англии умели доить коров и разводили их не только ради мяса («Science», 1998, № 5393, с.1478).



Мировая общественность немало обеспокоена тем, что количество углекислого газа в атмосфере растет: именно в этом большинство ученых видит причину глобального потепления. Чтобы как-то затормозить этот процесс, специалисты рекомендуют принимать меры, чтобы выбросы углекислого газа транспортом и промышленными предприятиями сократились. А нельзя ли подойти к этой проблеме с другого конца: увеличить потребление углекислого газа растениями? Хотя бы теми микроскопическими водорослями, которые дрейфуют в водах морей и океанов Земли.

То, что такой способ — не фантастика, недавно попыталась доказать группа ученых из Новой Зеландии, Великобритании, Австралии, США и Канады (их работой руководил Новозеландский национальный институт водных и атмосферных исследований). Во время экспедиции на судне «Тангароа» океанологи на площади 55 км² распылили порошок железа и убедились, что фитопланктон начал расти интенсивнее, а содержание углекислого газа над этой акваторией уменьшилось (агентство Рейтер).

Ученые уверены, что внесение железа в океаны Южного полушария позволит уменьшить концентрацию углекислого газа в атмосфере. Они даже полагают, что в былые эпохи, когда железа в воде было много, размножение фитопланктона приводило к наступлению ледниковых периодов. Однако трудно себе представить, что такое масштабное событие вызывается изменением только одного фактора.

Доктор Глен Моррис из Университета штата Мэриленд в Балтиморе написал письмо в авторитетный медицинский журнал «Ланцет». Он сообщил, что его исследовательская группа нашла в куриных кормах штамм бактерий, нечувствительный к большинству антибиотиков и даже к ванкомицину — антибиотик последнего поколения с широким спектром действия. Новый штамм относится к группе энтерококков, представители которой часто вызывают тяжелые инфекции у людей.

Новость достаточно сенсационная, чтобы всполошить медицинский мир. Понятно, что с кормами такие бактерии могут передаваться птицам и животным, от них — людям. И как тогда бороться с такими суперинфекциями, пока не ясно.

Ученый не сообщил, в кормах какой фирмы он обнаружил опасную бактерию, да это не так уж и важно. Множество хозяйств используют антибиотики при откорме скота и птицы, тем самым проводя отбор среди микроорганизмов на устойчивость к этим лекарствам.



Всякому известно, что космической отрасли нужны деньги. Один из способов их заработать — продажа фотографий земной поверхности, полученных с высоким разрешением. Сейчас шпионские спутники, как американские, так и наши, обычно висят на геостационарных орбитах и показывают в динамике, что происходит на подконтрольной им территории. Теоретически эту живую картинку можно разместить в Интернете и продавать всем желающим. Что и начали делать компании «Майкрософт», «Компак» и «Кодак», разместив по адресу www.terraserver.com изображения с разрешением в два метра. Правда, пока статические. Стоит одно изображение 10 долларов, купить его может всякий, имеющий компьютер и кредитную карточку. А для чего они нужны? В первую очередь для контроля за окружающей средой и разливами нефти, для помощи спасателям, ну и, само собой, для наблюдения за огородами соседа и в качестве пособия для подготовки террористов («Technology Review, MIT's Magazine of Innovation», март-апрель, 1999).



На Земле обитает более двух тысяч видов ящериц, однако ядовиты среди них только два. Оба они относятся к роду ядозубов и встречаются в каменистых и полупустынных предгорьях юга Северной Америки. Это самые крупные ящерицы США: их длина достигает 80 см, а масса — более 900 грамм.

С помощью яда ящерицы отражают нападения койотов, ястребов и сов. Наверное, нужда в этом возникает редко, ведь ядозубы — домоседы и проводят в норах 95% времени. Но иногда они все же покидают жилище в поисках насекомых, грызунов, яиц птиц и пресмыкающихся.

Для человека укус такой ящерицы может оказаться смертельным, но это не останавливает браконьеров. Еще бы, ведь коллекционеры экзотических животных готовы выложить до 2000 долларов за один экземпляр! Так ядозубы оказались в Красной книге («National Wildlife», 1998, февраль-март, с.12).

Азартные игры в США разрешены законом лишь в Лас-Вегасе, Рино и Атлантик-Сити. Побуждают ли этот бизнес местных жителей и приезжих чаще кончать жизнь самоубийством? Владельцы казино утверждают, что доходы от их заведений укрепляют экономику и уменьшают безработицу; кто же при этом захочет добровольно уходить из жизни? Однако ученые из Университета штата Калифорния установили, что доля самоубийств в структуре общей смертности для этих городов в 2—4 раза превышает среднюю по стране («New Scientist», 1998, № 2126, с.22).

Начало лета. Пора бороться с сорняками. Но что делать, если гербициды не только загрязняют почву, но и стоят так дорого, что урожай порой не хватает, чтобы за них расплатиться? Приходится применять старинные механические средства. К сожалению, разнообразные бороны и мотыги выдирают всю попавшуюся в их зубья траву — и сорняки, и всходы полезных растений, например сахарной свеклы.

Украинские ученые решили положить такой неразборчивости конец («Сахарная свекла», 1998, № 7). Они провели обстоятельное исследование и выяснили, что на вырывание саженца свеклы тратится усилие около 950 грамм, что примерно в два—три раза больше, чем на выдергивание сорняков — лебеды и куриного проса. По результатам исследования они сконструировали борону с пружинными зубьями, обеспечивающими необходимое усилие, пустили ее по полям Волинщины и выяснили, что сорняков действительно удается выдернуть в полтора раза больше, а свеклы — на 20% меньше, чем при обычной обработке. А в этом году такие бороны стали выпускать на заводе.



В 2000 году в городке Ардир, что в графстве Эйршир (Шотландия), состоится крупная международная выставка «Большая идея», посвященная взаимодействию человека с искусственной средой и различными механизмами. Ее организаторы намерены хоть чем-нибудь удивить посетителей и, конечно, обеспечить порядок при таком скоплении публики. Задачи обычные, но на этот раз их решению должна послужить вот какая «большая идея». При входе на выставку вы сообщите служителям некоторые сведения о себе: имя, возраст, основные интересы — и получаете специальный нагрудный значок. После этого инфракрасные и радиодатчики, размещенные в павильонах и на улочках выставки, неотступно вас «пасут». Куда бы вы ни пошли на полугектаре территории, ваше местонахождение будет определено с точностью до полуметра. Стоит вам подойти к павильону, как автомат обратится к вам с приветствием. Около экспонатов прозвучат объяснения, учитывающие ваш пол, возраст и интересы. Затем предупредительный электронный гид посоветует, что можно будет посмотреть еще. И наконец, поможет с наименьшими затруднениями пробраться к выходу среди толпы, где вежливо с вами попрощается.

Все это выглядит весьма привлекательно, но неизбежно наводит на мысли о «Большом брате» — тоталитарном государстве, описанном в романе Оруэлла «1984». Там власти тоже неустанно следили за каждым шагом любого из подданных («New Scientist», 1998, № 2162, с.13).





В.Артамонова

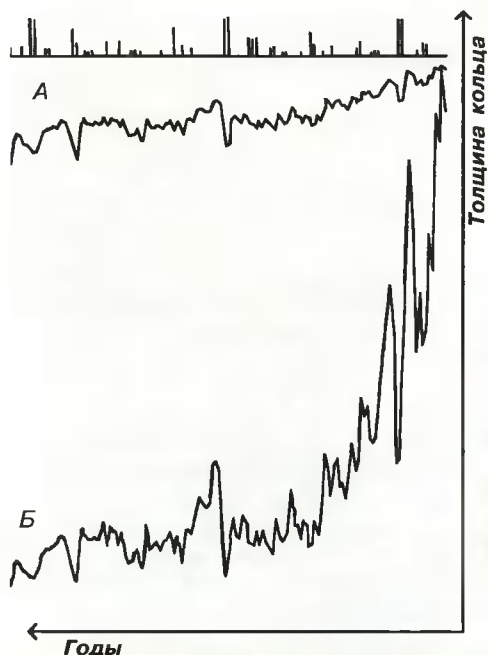
Архивные были

Уже второй год наш журнал публикует статьи, отражающие взгляды ученых разных специальностей на работы академика А.Т.Фоменко, посвященные «новой хронологии». В поисках объективной истины редакция предприняла свое собственное расследование. В частности, нас заинтересовало утверждение академика, что физических методов, пригодных для независимого датирования археологических находок, сегодня не существует. Нас смутило, что, критикуя дендрохронологический и радиоуглеродный методы, автор ссылается преимущественно на научно-популярную литературу более чем двадцатилетней давности. Статья, которую мы предлагаем вашему вниманию, посвящена обзору научных работ в этих областях и отражает современное состояние дендрохронологии и радиоуглеродного анализа. Сделав выводы мы предоставляем читателям.

Не секрет, что архивы человечества находятся в полном беспорядке. И хотя целые поколения историков трудились над тем, чтобы привести их «к общему знаменателю», здесь остается еще немало вопросов и противоречий. Природа куда аккуратнее. Свои архивы она содержит в безукоризненном порядке, многократно копирует их, дублирует на самых разных носителях. Человек еще только учится добывать из них информацию, но даже то, что ему уже удалось извлечь из этих источников, стоит порою многих томов.

Деревья — летописцы

Присаживаясь отдохнуть на пенек в лесу, обратите внимание на то, как выглядит спил. О том, что количество концентрических колец на нем соответствует числу лет, прожитых деревом, знают многие. Но обращали ли вы внимание на то, что не все кольца одинаковы по толщине? Они шире в центре и заметно утончаются к периферии. Ничего удивительного в этом нет: каждому садоводу известно, что молодой саженец растет быстро, но рост его замедляет-



1
Графики роста одного и того же дерева:
 А — полулогарифмический,
 Б — по абсолютным величинам.
 Вверху показан спектр утенений:
 чем выше столбик диаграммы,
 тем более неблагоприятными были условия
 произрастания дерева в данном году



РАССЛЕДОВАНИЕ

ный сбой в периодичности, но обязательно случается!

Метеорологов подобная ситуация, вероятно, огорчает, но зато для археологов и историков информация, записанная в кольцах деревьев, — сущий клад, поскольку именно она позволяет датировать исторические памятники и деревянные археологические находки с высокой точностью, порой до года.

ся, когда дерево начинает плодоносить. Чем старше дерево, тем более тонкий слой древесины прирастает на стволе за сезон вегетации — но это только как правило. Рассмотрев спил, даже невооруженным глазом можно заметить, что время от времени, нарушая естественный ход биологической кривой, на стволе возникает чересчур тонкое кольцо. Профессор Новороссийского университета В.Ф.Шведов, стоявший у истоков дендрохронологии, связывал толщину годовичного кольца с количеством осадков, выпадающих в данной местности, и его работа, увидевшая свет в 1892 году, так и называлась: «Дерево как летопись засух».

Но не только количеством осадков определяется годичный прирост: помимо влаги дереву нужны тепло, свет и питательные вещества. В горных и засушливых районах прирост и вправду лимитируют осадки, а вот в высоких широтах главную роль играет температурный режим.

Если воспользоваться микроскопом и тщательно померить толщину каждого годовичного кольца, можно построить кривую, которая способна многое рассказать о климате ушедших времен. А для того, чтобы минимумы, указывающие на неблагоприятные годы, выделялись на ней более отчетливо, кривую необходимо «разогнуть». Самый простой способ сделать это — отложить на графике толщину кольца в полулогарифмическом масштабе (рис. 1), хотя этот способ спрямления кривой, разумеется, не единственный.

Летописцы, но не предсказатели

Рассмотрев кривую, описывающую колебания годичного прироста старого дерева, мы обнаружим, что неблагоприятные условия — явление не совсем случайное: они повторяются в среднем каждые 11 лет. Специалистам удалось установить их связь с солнечной активностью, о которой можно судить по количеству пятен на нашем светиле. Обнаруживают на кривых и другие, длиннопериодические, закономерности. Относительно природы некоторых из них ученые еще спорят, но отрицать определенные ритмы в чередовании условий, благоприятных и неблагоприятных для роста деревьев, невозможно.

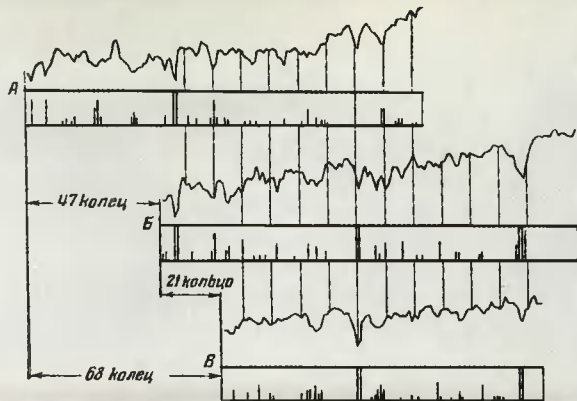
Однако и по сей день долгосрочные прогнозы Гидрометцентра оправдываются не так уж часто. Неужели так трудно рассчитать набор элементарных синусоид на годы вперед? Рассчитать-то можно, да только вот природа следует своему собственному расписанию не абсолютно: то слегка поторопится, то чуточку отстанет от него, а бывает, что вместо одного засушливого года подсунет нам два подряд или найдет на нас незапланированную холодную зиму. Вот так и получается, что знание глобальных закономерностей не очень-то помогает составлять прогнозы для каждого конкретного случая — погодные условия (а вместе с ними и картина распределения широких и узких колец) никогда не повторяются в точности. За 30 — 50 лет хоть один ярко выражен-

Один в поле не воин

Рассмотрим классический пример — археологические раскопки древнего Новгорода. Мостовые города, окруженного лесами, были деревянными: на толстые лаги, проложенные вдоль улиц, укладывали поперек деревянные плахи — половинки толстых поленьев. С течением времени болотистая почва засасывала настил, над ним нарастал культурный слой, и мостовую приходилось обновлять. Новый настил сооружали поверх старого, и так вплоть до XVI века. Влажная почва, в которой практически отсутствует кислород, необходимый для жизнедеятельности бактерий, предотвратила гниение древесины и сохранила для потомков уникальную коллекцию ископаемого дерева, насчитывающую 28 слоев, лежащих четко один под другим.

Пройти мимо такой находки специалисты не могли. Они собрали тысячи образцов — поперечных спилов от плах и лаг каждого настила, построили для них кривые, описывающие распределение широких и узких колец, а потом сравнили графики между собой. Как и следовало ожидать, среди кривых, построенных для образцов одного слоя, оказалось много синхронных, причем эти графики обрывались одновременно, что говорит о массовых заготовках леса. Конечно, в коллекции встречались отдельные образцы дерева, которые не вписывались в общее правило, — ведь мостовые время от времени нуждались в ремонте, и тут уж приходилось исполь-

2 Относительный возраст образцов дерева определяют, сопоставляя положения локальных минимумов на кривых роста



зовать то, что оказывалось под рукой: и свежесрубленный лес, и бревна от старых построек.

Плахи настилов, были достаточно толстыми — на них удавалось насчитать более сотни годовичных колец. Вышележащий настил всегда оказывался моложе предшествующего ему: графики образцов соседних слоев неизменно перекрывались, но со сдвигом лет в тридцать (рис. 2), и итогом работы археологов стала дендрохронологическая шкала, протянувшаяся в глубь веков аж до 884 года. К современности ее удалось привязать благодаря образцам древесины, полученным от живых деревьев в лесничествах неподалеку от Новгорода. Помогли и образцы, взятые от архитектурных сооружений XVII — XIX веков, даты постройки которых были хорошо известны.

Что и говорить — повезло археологам: ведь надежную дендрошкалу можно построить только на массовом материале. Каждое конкретное дерево может и не отразить всех климатических особенностей конкретного периода (например, если оно растет у воды, то будет слабо реагировать на засуху), но большая выборка позволяет учесть все наиболее типичное.

Широка страна моя родная

Вообще-то деревянные мостовые — явление вполне обычное для древнерусских городов. Остатки настилов найдены на раскопках Пскова, Смоленска, Торопца, Полоцка и некоторых других северных городов, где условия среды обеспечили сохранность древесины. Однако эти коллекции дерева были победнее: не столь аккуратно мостили здесь улицы, да и общая толщина культурного слоя была потоньше (до четырех метров), в то время как в Новгороде она достигала порой восьми — девяти метров. Дендрошкалы, составленные на таком материале, оказывались, как правило, несколько короче новгородской (шкала Пскова, однако, начинается с 788 года) и не были поначалу привязаны к современности, то есть, как говорят специа-

листы, были плавающими.

К счастью, выяснилось, что погодные условия, наложившие свой отпечаток на ширину колец деревьев, носили в какой-то степени глобальный характер, и у дендрохронологических шкал для разных (порой отдаленных) районов нашлось много общих черт. Методом перекрестного датирования их удалось соотнести с новгородской шкалой и друг с другом. На новгородскую хронологию опирались даже польские исследователи, когда у них возникла необходимость в абсолютной датировке плавающей дендрошкалы, составленной на основании ископаемого дерева из Ополя — столицы удельного княжества Пястов.

Работы, выполненные дендрохронологами в Германии и Ирландии, позволили составить дендрошкалы длиной в несколько сотен лет по живой и ископаемой древесине сразу для нескольких географических районов. Эти шкалы удалось увязать между собой все тем же методом перекрестного датирования, а значит, установить абсолютные даты, соответствующие началу и концу каждой из них. Таким образом, дендрошкала Европы покрыла без временных разрывов последние 10 000 лет, хотя отдельные ее фрагменты и оказались разнесенными в пространстве. Что касается абсолютной дендрошкалы Американского континента (она имеет примерно такую же протяженность, что и дендрошкала Европы), то с нею проблем было гораздо меньше: остистые сосны и секвойядендроны, произрастающие в горах Сьерра-Невада, живут не по одному тысячелетию (самое старое из найденных деревьев имело возраст 4600 лет), причем отмершие деревья долго сохраняются в условиях сухого климата.

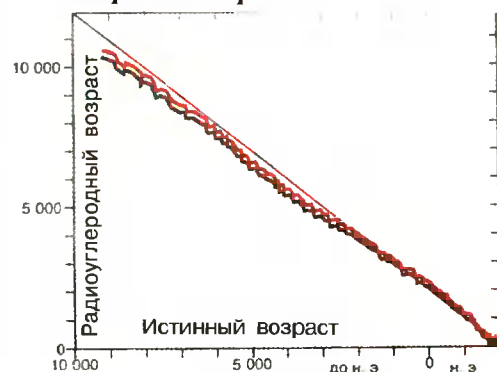
В поисках универсального

Если археологам представляется возможность построить дендрошкалу для конкретной местности, они ею никогда не пренебрегают — ведь дендрохроно-

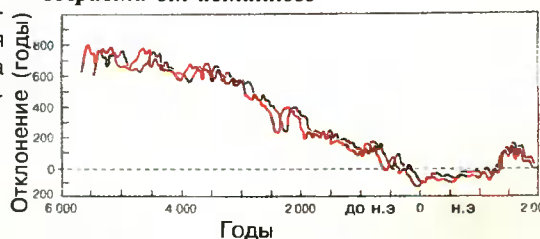
логия до сих пор остается самым надежным и точным методом определения возраста деревянных археологических находок. Но применить этот способ датировки удастся не всегда: шкала, с которой сравнивают образец, должна быть обязательно местной. А так хочется разработать что-нибудь универсальное!

Большие надежды археологи возлагают на радиоуглеродный метод, за разработку которого американский ученый У.Либби получил в 1960 году Нобелевскую премию. Физическое явление, лежащее в основе подхода, заключается в том, что под действием космических лучей — элементарных частиц, обладающих огромной энергией, — в атмосфере нашей планеты постоянно образуется радиоактивный долгоживущий изотоп углерода ^{14}C , который по своим химическим свойствам ничем не отличается от стабильных изотопов ^{12}C и ^{13}C . Растения усваивают его в составе углекислого газа (CO_2), и он остается законсервированным в древесине, а точнее, в целлюлозе. Когда дерево отмирает и обменные процессы со средой прекращаются, новые порции ^{14}C уже не могут проникнуть в древесину, а старые запасы изотопа в ней постепенно разлагаются. Почти то же самое можно сказать и о любой другой органике: кожа, кость, волосы, раковины моллюсков — все это закрытые вместилища радиоуглерода. Скорость радиоактивного распада постоянна, и для ^{14}C она достаточно мала. За 5730 лет количество изотопа в образце падает лишь вдвое, то есть остается в пределах, доступных измерению современными приборами. А зная начальную и конечную концент-

3(а) Радиоуглеродная калибровочная кривая



3(б) Отклонение радиоуглеродного возраста от истинного



рацию радиоактивного углерода, можно определить возраст объекта.

Померить фоновый уровень изотопа в атмосфере было несложно — его-то и приняли за базовый, исходный, — ведь, разрабатывая свой метод, Либби исходил из того, что концентрация ^{14}C в атмосфере не меняется, так как поток галактических космических лучей, под действием которого образуется ^{14}C , считался постоянным.

Однако предположение о том, что события, происходящие в Солнечной системе, никак не влияют ни на поток космических лучей, ни на концентрацию ^{14}C , не подтвердилось. Точные наблюдения показали, что значение имеет все: и солнечная активность, и изменение напряженности магнитного поля Земли с течением времени, и конечно же деятельность человека, которая за последнее столетие приобрела воистину геологические масштабы.

Открытие, связанное с тем, что содержание ^{14}C в атмосфере испытывает колебания с амплитудой в несколько процентов, казалось, пошатнуло само основание метода. Был даже период, когда ученые стали относиться к радиоуглеродному датированию скептически. Даже в последних своих работах, посвященных критике традиционной хронологии (Г.В.Носовский, А.Т.Фоменко, «Империя», М., издательство «Факториал», 1996), академик А.Т.Фоменко подробно цитирует научно-популярную книгу А.Олейникова «Геологические часы» (1975), где содержится большое число примеров откровенно парадоксальных датировок. Он приводит также высказывания видных ученых, в том числе и основоположника метода У.Либби («Курьер Юнеско», 1968, №7), которые ссылаются на неудовлетворительные результаты. С замечанием А.Т.Фоменко о том, что метод нуждается в калибровке, трудно не согласиться, но дело в том, что

первая калибровочная кривая, позволяющая привязывать «радиоуглеродные» даты к календарной шкале, была построена еще в 1967 году. Более детальный ее вариант (рис. 3) получен в 1986 году, а выполнить сложную задачу калибровки ученым помогли все те же годовичные кольца деревьев.

А где-то там — уже все схвачено

В начале 60-х годов США и СССР испытывали ядерное оружие в земной атмосфере, в результате чего концентрация ^{14}C в ней скачкообразно повышалась. За динамикой процесса тщательно следили, и вот в 1977 году специалисты в области радиоуглеродного анализа воспользовались этими данными, чтобы изучить динамику другого процесса — накопления радиоуглерода в целлюлозе за один сезон вегетации. Чтобы выяснить, как изотоп распределяется в древесине, годовичное кольцо делили на тонкие концентрические слои и тщательно определяли концентрацию радиоактивного углерода в каждом из них. Полученную кривую сравнили с той, которая описывала содержание радиоуглерода в атмосфере (рис. 4), и увидели, что формы двух кривых полностью совпадают, но одна из них (содержание ^{14}C в целлюлозе) запаздывает относительно другой примерно на полтора месяца.

Но гораздо важнее было другое: образцы древесины из самых разных мест земного шара всякий раз фиксировали почти один и тот же уровень ^{14}C , если речь шла о кольце, образовавшемся в каком-то конкретном году, то есть оказалось, что перемешивание углерода в атмосфере происходит очень быстро и равномерно. Кроме того, выяснилось, что радиоактивные атомы, став однажды составной частью гигантской молекулы целлюлозы, как бы попадают в ловушку и сидят в ней до тех пор, пока та не разрушится полностью, то есть пока дерево не сгниет или не сгорит. Часть этих атомов постепенно распадается, так что внутри любого годовичного кольца тикают радиоуглеродные часы. Идут эти часы равномерно, но в момент их запуска стрелки занимают достаточно произвольное положение (в зависимости от уровня атмосферного радиоуглерода). А для того, чтобы определить, какое именно, используют данные дендрохронологии: померив уровень ^{14}C в целлюлозе каждого годовичного кольца, можно построить кривую, которая станет калибровочной и позволит увязать между собой данные по радиоуглероду с абсолютной дендрошкалой.



РАССЛЕДОВАНИЕ

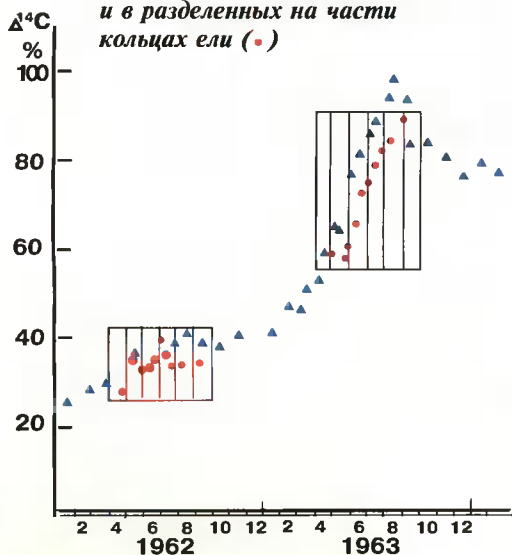
Точность — дело техники

Когда ученые приступали к работе, они хорошо понимали, насколько важно учесть и исключить все возможные источники ошибок. Им пришлось разработать методики, позволяющие получать целлюлозу для анализа в чистом виде (она составляет примерно 50% древесины). Образцы древесины измельчали, высушивали, а затем химическим путем удаляли из опилок лигнин, смолы, жиры и прочие примеси, которые могли исказить картину. Подготовленный образец сжигали в токе кислорода, в результате чего углерод, законсервированный в целлюлозе, оказывался в составе молекулы CO_2 , и газовый счетчик мог зарегистрировать уровень радиоактивности полученного газа. В некоторых случаях измерения проводили сцинтилляционным методом; для этого CO_2 подвергали серии химических превращений, чтобы перевести углерод в состав молекулы бензола (C_6H_6). Это вещество смешивали со сцинтиллятором и по числу световых вспышек в единицу времени судили о радиоактивности образца.

Оба эти метода достаточно громоздки, требуют больших затрат времени и сил, и, кроме того, исходная навеска древесины должна быть не такой уж маленькой — от десятков граммов для пропорционального метода до сотни граммов для сцинтилляционного. На таком материале аппаратура позволяет установить возраст образца с точностью плюс-минус 50 лет.

Когда речь идет об ископаемой древесине, такую расточительность еще можно себе позволить, но когда требуется установить возраст кожи или ткани, этот вариант не годится. К счастью, техника на месте не стоит, и в последнее время уникальные образцы стали датировать методами ускорительной масс-спектрометрии, используя то, что в магнитном поле ускоренный поток ионов углерода разделяется на отдельные пучки, содержащие атомы одинаковой массы. Определив таким образом соотношение изотопов в образце, можно вычислить его возраст. Вещества при этом требуется значительно меньше — от долей грамма до нескольких граммов.

4
Изменение концентрации радиоуглерода в атмосфере (▲) и в разделенных на части кольцах ели (●)





РАССЛЕДОВАНИЕ

Автор благодарит доктора физико-математических наук Валентина Андреевича Дергачева (Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург) за предоставленную литературу и всестороннюю помощь в подготовке статьи

Источники ошибок

Если внимательно рассмотреть калибровочную кривую на рис. 3, то можно заметить, что на ней существуют критические зоны. Причудливые изгибы, отразившие уровень ^{14}C в атмосфере ушедших эпох, иной раз серьезно затрудняют интерпретацию результатов, поскольку один и тот же уровень радиоактивности может соответствовать точкам, отстоящим друг от друга лет на 200, а то и на 500. Еще хуже, если точка падает на плато — тут уж поди угадай, к какой его зоне она имеет отношение! Не исключено, что некоторые парадоксальные датировки, о которых шла речь выше, появились именно из-за того, что исследователи не имели в своем распоряжении калибровочной кривой и потому не подозревали о подвохе.

Ошибки этого рода вероятны, например, в случае образцов, истинный возраст которых лежит в пределах последнего столетия. Дело в том, что, сжигая ископаемое топливо в гигантских количествах, человек в начале века высвободил в атмосферу очень много углерода, радиоактивный изотоп в котором практически распался. При этом уровень атмосферного ^{14}C заметно понизился, и цветущей розе, испепеленной с научными целями в конце 50-х годов, без учета этого обстоятельства вполне могли приписать солидный радиоуглеродный возраст лет в 300. С другой стороны, массовые испытания ядерного оружия в 60-х годах привели к резкому повышению концентрации радиоактивного изотопа углерода в атмосфере, и живые растения, взятые на анализ в этот период, вполне могли оказаться «еще не существующими» с точки зрения радиоуглеродного метода.

Имеются на калибровочной кривой и другие критические зоны, связанные с резкими колебаниями концентрации ^{14}C в атмосфере. Работая в них, следует быть максимально аккуратными в интерпретации полученных результатов. Но особое внимание следует обратить на то, что расхождение истинного возраста образца с радиоуглеродным тем больше, чем он старше: образец как бы омо-

лаживается. Если не учитывать это, то, даже полностью исключив ошибку приборов, при датировке объектов возрастом 4000 — 8000 лет можно промахнуться почти на тысячелетие!

Впрочем, и приборные ошибки сыграли существенную роль в том негативном отношении к радиоуглеродному методу, которое возникло у ряда ученых в то время, когда методика еще только отработывалась. И вот когда калибровочная кривая протяженностью 10 000 лет была уже получена и многократно проверена на материале, четко датированном дендрохронологически, ученые задались вопросом: а какова же достоверность результатов, полученных в предшествующие годы?

Лабораториям, пожелавшим скоординировать свои усилия, в 1980 году раздали анонимные образцы древесины известного возраста и предложили датировать их, указав погрешность измерений. Первые результаты оказались неутешительными: во всем мире нашлось только три лаборатории, которые уверенно определяли возраст образцов, укладываясь при этом в заявленный ими интервал ошибок — плюс-минус 50 лет. Однако именно это обстоятельство заставило остальных исследователей «подтянуться», то есть усовершенствовать аппаратуру и методики подготовки образцов для анализа.

В 1995 году международное сравнение результатов радиоуглеродного датирования проводили в третий раз. В нем приняли участие 70 лабораторий из разных стран мира, причем результаты, полученные в 56 из них, были признаны удовлетворительными. На этот раз и наша страна не ударила в грязь лицом — в этот почетный список вошли две радиоуглеродные лаборатории из Санкт-Петербурга. Впрочем, вопрос о радиоуглеродных датах, полученных до того, как международная комиссия взяла на себя труд объективно оценить работу радиоуглеродных лабораторий, так и остался открытым, и на всякий случай специалисты рекомендуют не доверять измерениям, выполненным до 1986 года: ведь даже Королевскую радиоуглеродную лабораторию в Англии пришлось закрыть

из-за того, что датировки, полученные в ней, никуда не годились.

Рука руку моет, и обе чистые

Одна из самых весомых причин, по которым академик А.Т.Фоменко не доверяет дендрохронологии, — это разрывы, которые имеют местные дендрошкалы, построенные для района Средиземного моря. Здесь автор «Новой хронологии» опирается на данные американского исследователя Кунихольма, относящиеся к весне 1994 года. С точки зрения А.Т.Фоменко, датировкам по плавающим дендрошкалам нельзя доверять из-за того, что их положение на оси времени крайне неопределенно, поскольку их привязку осуществляют будто бы на основании исторических соображений, а не естественно-научными методами. Но это не так!

На самом деле образцы древесины, на основании которых строят плавающую дендрошкалу, датируют радиоуглеродным методом и берут для этой цели не целое бревно, а все те же индивидуальные кольца — причем целые серии! Исследователи фактически воспроизводят кусочек калибровочной кривой, построенной, как мы помним, именно по кольцам деревьев, а уж найти место этого кусочка на целой кривой труда не составляет. И совершенно не важно, из какого района мира происходит та или иная дендрошкала — ведь радиоуглеродная калибровочная кривая совершенно универсальна. Как сильно может измениться положение плавающей дендрошкалы, если все-таки будут найдены промежуточные образцы древесины, которые перекроют разрыв? Самое большее — на 30–50 лет.

В общем дендрохронология и радиоуглеродный анализ здорово помогли друг другу. Общими усилиями археологи-дендрохронологи и физики-ядерщики решили задачу, с которой ни те, ни другие не могли справиться в одиночку. А ведь в запасе у природы еще столько неожиданностей! И кто знает, усилия каких специалистов потребуются для разгадки очередного ребуса. Только бы ученые слышали и понимали друг друга!

Дополнительная литература

1. Б.А.Колчин, Н.Б.Черных. Дендрохронология Восточной Европы. М., «Наука», 1977.
2. В.А.Дергачев, В.С.Векслер. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. Л., 1991
3. Радиоуглерод и археология. Ежегодник радиоуглеродной лаборатории, вып.2. СПб., 1997



Доктор
биологических наук
М.Д.Фаддеева,

кандидат
биологических наук
Т.Н.Беляева



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

димира Мономаха начался рак губы, его тоже пользовали чистотелом.

В народной медицине разных стран применяли и другие растения семейства маковых. Индейцы Северной Америки лечили рак сангвинарией (*Sanguinaria canadensis* L.), растущей в Восточной Канаде и названной так за ярко-оранжевый, почти красный сок («сангвис» по-латыни означает «кровь»). А в Африке пользовались растением, известным ботаникам как *Argemone mexicana*.

На службе у докторов

Современные врачи не могли пройти мимо выдающихся достоинств чистотела. Многие из них подтверждали, что его свежим соком и различными препаратами из этого растения излечиваются доброкачественные опухоли. Всем известен пример таких опухолей — бородавки, вызываемые вирусом; их можно удалить, многократно прижигая густой вытяжкой чистотела в 75%-ном этиловом спирте. Есть и другие способы: мазать их соком корня, стебля или мастью из высушенной травы. Еще один пример: водным экстрактом и соком стеблей и листьев чистотела вылечивают доброкачественные полипы кишечника и мочевого пузыря (этот метод официально разрешен в нашей стране).

Со злокачественными опухолями тоже пробовали бороться с помощью чистотела. В России в конце XIX века старший врач Брянской городской больницы Н.Н.Денисенко сообщал об излечении нескольких раковых пациентов. Он делал густую водную вытяжку листьев и стеблей чистотела и смазывал ею опухоль снаружи, впрыскивал ее внутрь опухоли, давал больному пить. Через месяц лечения опухоли уменьшались, размягчались и отделялись от здоровых тканей, после чего их можно было удалять. Вслед за Денисенко метод опробовали и другие врачи, включая Боткина, однако получили противоречивые результаты и отказались от него.

Стрелы чистотела

В сумке знахаря

Чистотел неказист. Хоть и высотой взял (больше метра бывает), и цветы у него немаленькие, ярко-желтые, в соцветия-зонтики собраны, а все равно какой-то он невзрачный. Может быть, потому, что растет обычно в сырых оврагах, на огородах, свалках и вырубках, где некого красотой пленять? Правда, встречается он и в лиственных лесах, и в кустарниках, но и там в глаза не бросается.

Нет, знаменит чистотел не внешне, а содержанием. Стоит надломить стебель, и на изломе выделится ярко-оранжевый сок — главное сокровище растения. На молоко он не похож, но ботаники все равно называют его млечным, как и у родственников из семейства маковых. За это сок (а он есть и в листьях, и в корне) издавна ценят чистотел травники разных стран. В нем, как стрелы в колчане, таятся вещества, способные убивать врагов нашего здоровья: бак-

терий, простейших и даже раковые клетки. А раз так, значит, этим чудесным соком можно и лечить.

Древние пергаменты донесли до нас, что чистотелом нередко пользовались при болезнях печени — уж не потому ли, что его сок по цвету напоминал желчь? Прославленный Гален настоем растения в вине лечил желтуху, а в более близкие к нам времена им пользовался Парацельс, тоже при нарушениях в работе печени. Чистотел употребляли и тысячи безвестных лекарей: им исцеляли дизентерию, пародонтоз, назначали как сердечное и спазмолитическое средство.

Однако чаще всего чистотелом лечили разные кожные болезни, отсюда и пошло его русское название. Знахари направляли стрелы чистотела в рожистые воспаления, фурункулы, ожоги, чесотку, язвы, крапивницу, бородавки. Славянские племена (и, наверное, не только они) лечили им рак кожи еще с дофеодалных времен. Когда у великого князя Вла-

В Германии, Польше и Чехословакии врачи-онкологи были настойчивее и продолжали экспериментировать с препаратами чистотела. Им удавалось водным экстрактом высушенных листьев и стеблей задерживать рост сарком и других опухолей у животных. Отмечали хорошие результаты и при лечении у людей рака губы, кожи, шейки матки. Препараты чистотела рекомендовали использовать после оперативного удаления раковой опухоли, чтобы задержать развитие метастазов.

Стрелы чистотела — алкалоиды

Убедившись, что экстракты и сок чистотела — лекарства действенные, врачи попытались определить, какие вещества отвечают за лечебный эффект. Еще раньше химики смогли выделить немало характерных для этого растения соединений. Оказалось, что его сок содержит свыше 20 алкалоидов — азотсодержащих веществ щелочной природы, из которых лучше всего сейчас изучены сангвинарин, хелеритрин, их производные, а также хелидонин и берберин. Есть в чистотеле и другие активные молекулы: витамин С и провитамин А, флавоноиды, сапонины, гистамин, орга-

нические кислоты. Наверное, они действуют все вместе, комплексно.

Впервые сангвинарин обнаружили еще в 1829 году — разумеется, в сангвинарии. Есть он и в чистотеле. Хелеритрин же впервые выделили из корней чистотела в 1839 году. Эти два вещества — просто гроза для микробов: бактерий, простейших, грибов и вирусов, а вдобавок они уменьшают воспаление.

Препарат «Сангвиритрин» (смесь сангвинарина и хелеритрина), предложенный Всесоюзным институтом лекарственных растений, испытывали в клинических условиях и установили, что он хорош для лечения гнойных ран и трофических язв, поражений кожи и слизистых оболочек, экземы, гнойных воспалений среднего уха и хронических гайморитов, эрозии шейки матки.

Сангвинарин и «Сангвиритрин» можно применять и при грибковых заболеваниях. Раствором сангвинарина или препаратом «Хеливар», содержащим все то же соединение, удается лечить трихомоноз. Чувствительны к нему и холерные вибрионы.

В Чехии смесь алкалоидов из корней чистотела, содержащую сангвинарин и хелеритрин, применяют для лечения воспалительных заболеваний полости рта. Сангвинарин добавляють в зубные пасты и используют при пародонтозе.

Стрелы против рака

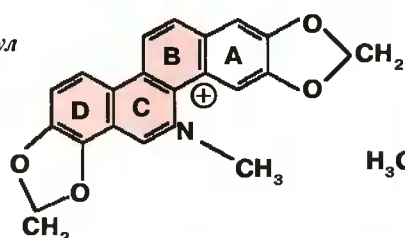
За последний век врачи продвинулись далеко вперед в лечении микробных и вирусных инфекций. Алкалоиды чистотела, возможно, обогатят их арсенал в этой области, но главные надежды на вещества из оранжевого сока все-таки возлагают онкологи. Для большинства опухолей до сих пор не найдено радикальных средств лечения, может быть, тут и чистотел пригодится?

Эксперименты подтвердили, что сангвинарин и хелеритрин очень токсичны для опухолевых клеток млекопитающих и человека, когда их выращивают в питательной среде. А тиофосфамидные производные алкалоидов чистотела еще лучше убивают вирусы и опухолевые клетки. Этим воспользовался украинский ученый Я.Новицкий, работающий сейчас в Австрии. Он предложил для лечения некоторых опухолей человека полусинтетический препарат «Украин», в котором алкалоиды чистотела были объединены с тиофосфорной кислотой.

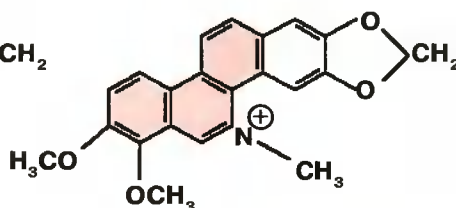
Противоопухолевую активность «Украина» *in vitro* и *in vivo* изучали во многих странах. В США, в Национальном раковом институте в Бетезде, испытывали действие «Украина» на клетки, представляющие восемь основных разновидностей рака человека. Пре-

Подобие химического строения молекул сангвинарина и хелеритрина с этидием

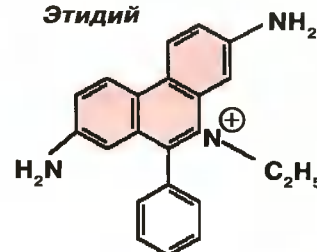
Сангвинарин



Хелеритрин



Этидий



Сочинение Одо из Мена «О свойствах трав»

М.: «Интербук»,
1992./пер. Ю.Ф.Шульца.
гл.52, с.100.

Как сообщают врачи, у травы чистотела известны Два ее вида, и первый название носит *большого*, *Малым* зовется второй; и глазам они оба целебны. Ею ослепшим птенцам, пусть у них и проколоты глазки, Зрение ласточка-мать, Плиний пишет о том, возвращает. Он говорит, что трава с их прилетом расти начинает И засыхает, когда по привычке они улетають; И хелидонии имя отсюда у ней: ведь хелидон Эта крылатая птичка обычно зовется у греков. Сок чистотела в цвету вместе с медом на воздухе варят, Варят на легком огне, пока пены не выпустит всей он И густотою своей наподобие меда не станет. Средства для глаз, говорят, не найдется полезней, чем это, Тьмой пораженных, и надо глаза им намазывать часто. Корень его растирают, мешая с укропом, и вместе С белым вином принимают все те, кто страдает желтухой; Как уверяют, растертый, он боль прекращает зубную. Если из листьев толченых его изготовить припарку Вместе с вином, от нее, говорят, истребляються пятна.

парат оказался токсичным для них всех, причем в лечебных дозах он не вредил нормальным клеткам. После успешных предварительных опытов перешли к клиническим испытаниям «Украина», и сейчас уже накапливается материал по его применению против опухолей человека.

Мишени для стрел

Лекари отбирали растения по их эффекту, ничего не зная ни о содержащихся в них веществах, ни о клеточных и молекулярных механизмах их действия. Однако сейчас появилась возможность изучить эти механизмы и попытаться объяснить, почему сангвинарин и хелеритрин более токсичны для раковых клеток, чем для нормальных. И конечно, понять, как алкалоиды чистотела убивают микроорганизмы.

Оказалось, что эти вещества бьют сразу по нескольким мишеням. Во-первых, по нуклеиновым кислотам. Всем известно, что молекула ДНК — это двойная спираль, линейная или замкнутая в кольцо. Часто у бактерий и вирусов с кольцевой молекулой ДНК она дополнительно закручена — сверхспирализована, а у клеток с ядром и хромосомами вместе с белками сложным образом уложена в пространстве. В молекулах РНК тоже есть участки, образованные сдвоенными спиральями.

Структура нуклеиновых кислот очень важна для того, чтобы не нарушались процессы с их участием: репликация (удвоение) ДНК и двухспиральной РНК, транскрипция — построение на ДНК-матрице молекулы РНК, ферментативное расщепление, репарация (восстановление исходной структуры ДНК после повреждения) и другие. Вот этим-то процессам и могут помешать алкалоиды чистотела.

Оказалось, что по структуре сангвинарин и хелеритрин похожи на известное синтетическое лекарство, бромистый этидий, представитель так называемых ДНК-интеркаляторов (от английского «intercalate» — встраиваться). Такие вещества состоят из сопряженных плоских ароматических колец с гетероатомами азота; их размеры соответствуют размеру пурин-пиримидиновых пар в двойной спирали ДНК. Молекулы интеркаляторов гидрофобны и несут положительный заряд, поэтому они притягиваются к отрицательно заряженной ДНК и удерживаются между основаниями.

При интеркаляции пространственная структура нуклеиновых кислот немного изменяется: увеличивается их длина и степень скрученности. А это мо-

Более подробно об алкалоидах чистотела можно прочитать в обзоре: «Цитология» (1997), т. 39, № 2/3, с. 181–208.

жет приводить к важным последствиям: установлено, что сангвинарин замедляет гидролиз ДНК под действием одной из ДНКаз и синтез РНК на матрице ДНК. Возможно, он тормозит и другие процессы, причем не только «в пробирке», но и в клетке.

Поскольку ДНК-интеркаляторы задерживают реакции с участием нуклеиновых кислот, можно ожидать, что относящиеся к ним сангвинарин и хелеритрин могут ингибировать и реакции, особым образом протекающие в малигнизированных клетках, такие как топоизомеризация, синтез митохондриальной ДНК и синтез теломера. А это и требуется от противораковых средств. Правда, сама по себе способность вещества интеркалировать — еще не гарантия, что им можно лечить опухоли. С другой стороны, онкологические препараты могут действовать не только на нуклеиновые кислоты. Видимо, поэтому изученные ДНК-интеркаляторы, по данным экспериментов, токсичны для клеток в меньших концентрациях, чем это требуется для ингибирования синтеза нуклеиновых кислот *in vitro*.

Еще одна мишень сангвинарина и хелеритрина в клетках эукариот — митохондрии. Эти вещества могут накапливаться в их внутренних мембранах и разобщать окисление и фосфорилирование, нарушая синтез АТФ. Совпадение ли, что интеркаляторы, изменяющие структуру двойных спиралей нуклеиновых кислот и блокирующие передачу биологической информации, нарушают также энергетические функции клеток? Оказывается, нет. Дело в том, что в стабилизацию комплекса «интеркалятор — нуклеиновая кислота» большой вклад вносят силы гидрофобного взаимодействия и электростатические. Но эти же самые силы определяют и способность органических катионов проникать через митохондриальные мембраны и нейтрализовать разность потенциалов по сторонам мембраны, что и приводит к ингибированию синтеза АТФ в митохондриях.

Гидрофобные катионы, в том числе сангвинарин и хелеритрин, могут ата-

ковать и белки, отвечающие за рецепцию медиатора ацетилхолина и передачу сигнала внутрь клетки. Было доказано, что сангвинарин и хелеритрин, а также их производные, ингибируют активность ацетилхолинэстеразы из мозга крысы.

И наконец, есть еще одна большая группа внутриклеточных мишеней сангвинарина и хелеритрина. Это содержащиеся SH-группы белки и пептиды, из которых особенно интересны ферменты, связанные с мембранами. Еще в 1948 году С.Н.Саркар обнаружил, что такие ферменты можно ингибировать сангвинарином; при этом их SH-группы инактивируются. Позже открыли, что этой же способностью обладает и хелеритрин.

Среди SH-зависимых ферментов важные мишени сангвинарина и хелеритрина — катион-транспортные аденозинтрифосфатазы, связанные с мембранами. Упомянутые алкалоиды способны ингибировать мембранную Na^+ , K^+ -АТФазу, деятельность которой необходима для работы сердца, мозга, почек. Следует заметить, что влияние сангвинарина на сердечно-сосудистую систему у млекопитающих известно с 1876 года. Было установлено, что сангвинарин действует на сердце человека почти так же, как и дигиталис.

Сангвинарин и хелеритрин реагируют и с SH-группами тубулина. В результате замедляется реакция его полимеризации и нарушается образование веретена деления. Надо полагать, что сангвинарин и хелеритрин способны ингибировать многие другие SH-зависимые белки, включая ферменты, и нарушать регуляцию их активности.

Чистотел — древний и испытанный воин в борьбе с болезнями. Мы только начинаем изучать его богатейший арсенал, но уже ясно, что он много даст врачам и исследователям. Стрелы чистотела — его алкалоиды — хороши тем, что каждая из них бьет по нескольким мишеням, а в целом их набор способен действовать необычайно разнообразно и эффективно. Может быть, в этом — урок для фармацевтов.



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Волос волосу рознь.
У самых разных животных —
австралийских ехидн,
бандикот, мадагаскарских
тенреков, тропических колючих
и иглистых мышей, крыс,
шиншил, у дикобразов и ежей —
некоторые волосы превратились
в иглы. Причем иглы устроены
по-разному и служат
для разных целей.

Доктор биологических наук
О.Ф. Чернова

Такие удивительные иголки



Дикобраз



Самка
ехидны

Холодное оружие колючего типа

Специальные жесткие иглы предназначены для защиты. Прочность им придает либо разросшийся корковый слой (у хомяков, мышей и крыс), либо толстые перегородки сердцевины (у ежей, тенреков и дикобразов).

У некоторых дикобразов (фото 1а) чешуйки на острие направлены не вверх, как положено, а вниз, к основанию иглы. Получается настоящий гарпун, который лишь с большим трудом можно выдернуть из тела жертвы. А у кистехвостого дикобраза есть механизм защиты разящего оружия. На обращенной к телу стороне его спинной иглы расположены особые чешуйки (фото 1б), занимающие ее среднюю часть. Их края сильно изрезаны, а сами они не прилегают к стержню иглы, а топорщатся

и направлены вверх. Получается «тормозящая щетка»: она не дает игле целиком погрузиться в тело противника, и зверек может либо выдернуть иглу, либо обломить кончик. В обоих случаях оружие сохраняется, что немаловажно — у дикобразов новые иглы отрастают только через несколько недель. Кстати, обломанные кончики игл дикобразов подобны яду замедленного действия — они перемещаются по тканям противника со скоростью 1 мм в час.

Лечебные инъекции и парфюм

Случается, что дикобразы ранят сами себя и своих сородичей. Но эти раны редко воспаляются — иглы покрыты не нейтральным жиром, как волосы у большинства млекопитающих, а бактерицид-

ным секретом на основе жирных кислот. Этот секрет из кожных желез поднимается по пористой сердцевине и выходит на поверхность сквозь микротрещины в мозаичном покрове (фото 2).

Иглы нужны и для общения зверьков на языке запахов. Крестцовая железа североамериканских дикобразов выделяет пахучий секрет, скапливающийся в пазухах сильно отогнутых чешуек, которыми покрыта половина поверхности связанных с железой специальных пахучих игл. У сомалийской иглистой мыши свободные края чешуек такой иглы отогнуты наружу, подобно лепесткам цветка (фото 3).

Водосборник

В жарких странах животным время от времени приходится охлаждать свое тело, а это порой можно сделать толь-

Пестрый тенрек

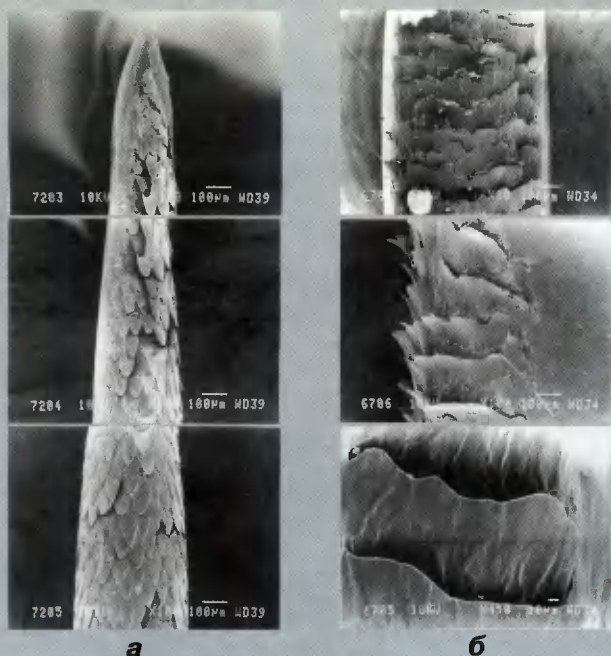


Бенгальская
бандикота

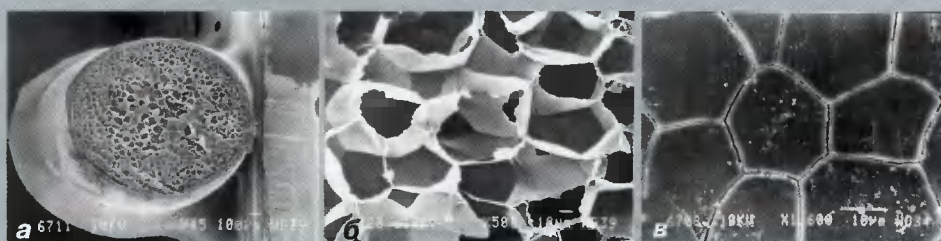




ФОТОКОНКУРС



1
а — игла-гарпун
североамериканского дикобраза;
б — тормозящая щетка иглы
кистехвостого дикобраза



2
а, б — по этим порам в сердцевине перемещаются пахучие вещества, а через щели
между чешуйками мозаики (в) внешней бороздки вещества просачиваются
на поверхность иглы дикобраза

ко водой. Для охлаждения в иглах тропических иглистых мышей и крыс есть специальная водосборная система: по внешней стороне иглы проходит глубокая борозда, покрытая либо мозаикой из чешуек (фото 2в, 4а), либо террасой из чешуек (фото 4б), либо сами чешуйки вогнуты, как корыто (фото 4в). Кроме того, у многих тропических грызунов чешуйки иголок покрыты крупными складками и многочисленными продольными ребрышками, а между чешуйками расположены

поры (фото 4г). Такое строение игл увеличивает площадь отдающей тепло поверхности.

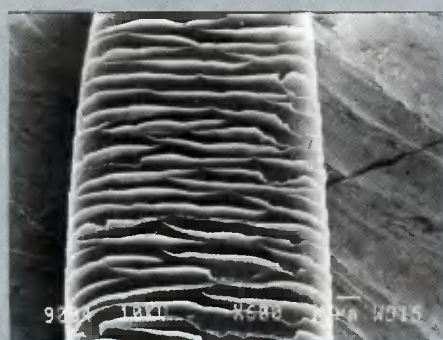
Погремушки, амортизатор и складной веер

У дикобразов на хвостовых иглах чешуйки также покрыты ребрышками. Но ребрышки служат для другой цели — они издают звук при трении игл друг о друга. А ежей иглистый покров защищает при падениях с высоты, что нередко случается с этими зверьками: если надавить на иглу ежа, то она упруго сгибается, а не ломается, потому что внутренние перегородки изменяют форму.

А как же в норах? Почему торчащие иголки не мешают зверькам? Ответ прост: иглистый покров складывается, как веер, благодаря действию мощных мышц и бороздчатой форме самих игл: игла вкладывается в иглу как в пенал в бороздку.

Пока что это все, что мы узнали. Но впереди наверняка еще предстоят удивительные открытия.

4
Система охлаждения
у иглистых мышей и крыс:
а — мозаичные чешуйки иглы
колючей мыши *Tokudaia*
osimensis;
б — террасы на игле крысы
Niviventer cremoriventer;
в — корытце, образованное
чешуйками иглы иглистой
мыши *Acomys cahirinus*;
г — поры между чешуйками
иглы крысы *Proechimys steerei*



3
Так устроены чешуйки пахучей
иглы сомалийской иглистой
мыши *Acomys somalicus*

На поверхности сифона асцидии можно увидеть не только гидроидов и мшанок. Здесь же обитают и забавные ракообразные — морские козочки капреллы. Их рацион куда разнообразнее, чем у неподвижной асцидии, которая питается взвешенными в воде пищевыми частицами: капреллы могут охотиться и на активно плавающих беспозвоночных — планктонных рачков копепод и личинок червей

С. Белорусцева

Живые фильтры моря

Эти приросшие к морскому дну продолговатые бочонки размером с картофелину внешне совсем не похожи на животных. Окрашенные в оранжево-красные, темно-бурые или фиолетовые тона, они нередко покрыты песчинками и мелким гравием, обрастают гидроидами и мшанками, так что и разглядеть их среди подводных камней бывает непросто.

Асцидии и вправду существа загадочные. Их можно встретить и поодиночке, и группами, но всю свою жизнь они неподвижно сидят, прикрепившись к подводным камням, и круглые сутки фильтруют воду. Течение приносит им пищу — органические остатки, простейших и микроскопические водоросли, которые вместе с током воды проникают в глотку животного через широкое, хорошо заметное отверстие — вводный (жаберный) сифон. Стенки огромной глотки подобны сити или фильтру: они пронизаны множеством пор — жаберных щелей, окруженных ресничками и покрытых слизью. Биение

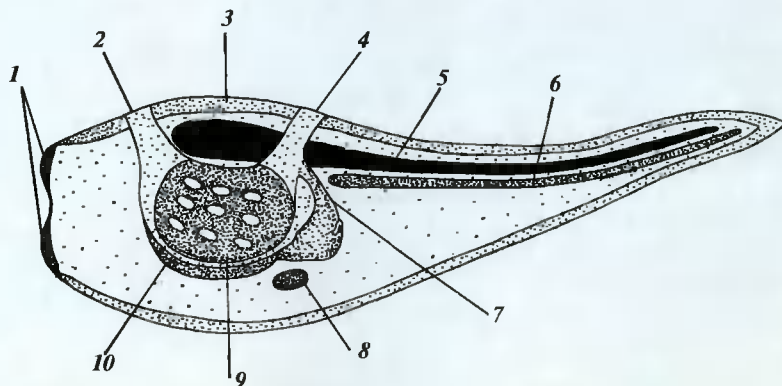
крохотных ресничек создает непрерывное движение воды и перемещает клейкую слизь, которую постоянно выделяет особая структура, представляющая собой скопление железистых клеток, — эндостиль. Слизь с прилипшими к ней частичками органики поступает через пищевод в желудок, оттуда в кишечник, а очищенная вода выходит наружу через выводной сифон.

Тело асцидий покрыто толстой кожистой оболочкой, или туникой, из целлюлозы и белка, что уже само по себе примечательно. Целлюлоза — это внеклеточное вещество растений, и асцидии — единственные животные, клетки которых способны синтезировать его. Поскольку такая оболочка не встречается у животных других групп, биологи выделяют асцидий в особый подтип оболочников, или туникат.

Хвостатая личинка асцидии

- 1—присоска
- 2—жаберный сифон
- 3—туника
- 4—выводной сифон
- 5—нервная трубка

- 6—хорда или скелетный тяж
- 7—кишечник
- 8—сердце
- 9—глотка с жаберными отверстиями
- 10—эндостиль



Группа асцидий



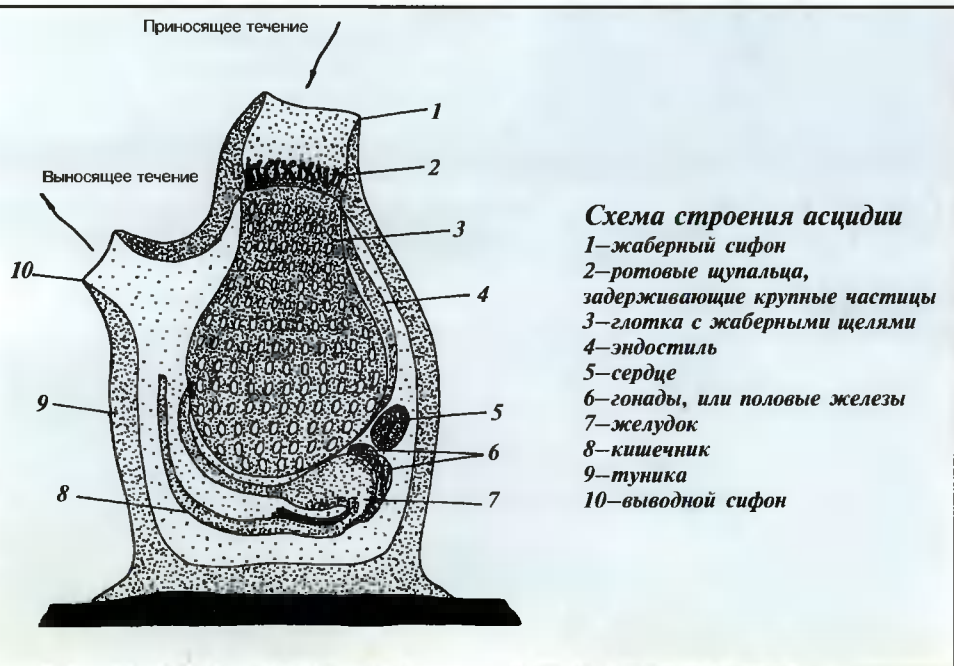
ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Впрочем, это не единственная их особенность, и асцидии — вовсе не такие примитивные животные, как может показаться на первый взгляд. Хотя взрослые особи совсем не похожи на позвоночных (хордовых), тем не менее это животные, довольно близкие к ним. Наличие хорды (основы скелета) и нервной трубки, которые проходят вдоль всей спины, отличает позвоночных от более низко организо-

ванных животных. Они возникают у хордовых в процессе эмбрионального развития и сохраняются на протяжении всей жизни. На стадии зародыша хорда представляет собой длинный гибкий стержень, который в процессе развития постепенно замещается телами позвонков. А вот у асцидий — группы животных, которых можно считать самыми первыми позвоночными, что возникли в процес-

се эволюции (из доживших до наших дней), — эти признаки хордовых проявляются лишь на стадии личинки.

Появившаяся из оплодотворенного яйца личинка асцидии напоминает головастика: у нее овальное тельце и уплощенный с боков хвост. Клетки этого существа сразу же начинают вырабатывать целлюлозу, тонкий слой туники быстро окружает тельце, а вдоль хвоста появляется нежный плавник. Хвост личинки имеет хорошо развитый скелетный тяж — хорду, над которой расположена нервная трубка. «Головастик» свободно плавает в воде, но не питается и через несколько суток, если его не съедят рыбы, прикрепляется при помощи липких сосочков к поверхности подводной скалы. Пройдет время, и строение тела асцидии сильно изменится; она полностью потеряет сходство с собственной личинкой. Путешествовать асцидии больше не придется: ее участь — неподвижно сидеть, фильтруя морскую воду в течение трех-четырех лет. Теперь ее уже вряд ли кто-нибудь побеспокоит: для морских обитателей асцидии — корм малопривлекательный.



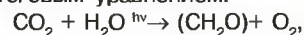


Фотосинтез и экологическая катастрофа

На заре возникновения жизни, около 3,5 млрд. лет назад, в архейском зоне, кислорода в атмосфере Земли не было совсем. По своему газовому составу, еще не измененному жизнью, она походила на нынешние атмосферы Марса и Венеры, в которых так много углекислого газа. Из компонентов земной атмосферы под действием мощного ультрафиолетового излучения образовывались органические вещества. Они растворялись в воде и служили источником углерода и энергии для прокариотических (безъядерных) организмов, населявших водоемы.

Однако органики было мало, и преимущества имели те клетки, которые научились получать углерод и энергию другими путями. В кислых, насыщенных углекислым газом и сероводородом морях архейского зона обитали группы бактерий, которые, постепенно эволюционируя, оказались способными усваивать атмосферную углекислоту в процессе фотосинтеза.

Процесс этот можно описать простым итоговым уравнением:



где (CH_2O) — условное органическое вещество с углеродом в восстановленной форме, а $h\nu$ — необходимая для реакции световая энергия.

В атмосферу начал выделяться кислород. Более 500 млн. лет он расходовался на окисление атмосферных газов и осаждение железа из морской воды в виде оксидов, в результате чего формировались горы полосчатых железняков. Затем этот газ начал накапливаться в атмосфере, вызвав тем самым кризис всей жизни на Земле. Запасы органики абиотического происхождения окислялись и в пищу уже не годились. Более того, появившийся в атмосфере озон ослабил поток ультрафиолетовых лучей, и эти запасы уже не могли воспроизводиться.

Но этим дело не кончилось. Ведь свободный кислород окисляет и многие молекулы, необходимые для клеточного

Катастрофическая ЭВОЛЮЦИЯ

Кандидат биологических наук
Б.В.Андрианов,
кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Состояние окружающей среды беспокоит людей не на шутку; все чаще слышны разговоры об экологической катастрофе и возможной гибели цивилизации. Одним из самых тревожных признаков, грозящих бедой человечеству, считают увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере. Еще бы! Ведь оно должно привести к глобальному потеплению климата, в результате чего тают льды и мы утонем, а уцелевшие задохнутся во влажной душной атмосфере. Тревога по этому поводу

метаболизма, а потому он токсичен для всех клеток. В поисках спасения большинство существовавших тогда групп бактерий вынуждены были отступить в толщу донных илов, куда кислород не проникал.

Приспособиться к новым условиям сумели лишь те, кто научился кислородному дыханию и одновременно выработал механизм защиты от токсичного действия кислорода. Этот механизм универсален. Если опустить разрезанный клубень картофеля или пораненный палец в раствор перекиси водорода, начнут выделяться пузырьки газа: в клетках присутствует фермент каталаза, который защищает их, разлагая перекисные соединения. Что касается дыхания, то его уравнение обратное уравнению фотосинтеза, но свет при этом, конечно, не испускается: выделяющаяся энергия запасается в химических связях высокоэнергетических соединений, таких как АТФ. Эти молекулы обеспечивают энергией клеточные процессы.

Подведем некоторые итоги. Закономерным этапом эволюции прокариот стало возникновение фотосинтеза. В результате произошло отравление окружающей среды продуктами жизнедеятельности организмов (в данном случае кислородом), истощение пищевых и энергетических ресурсов и сокращение пригодных для жизни площадей. Так что же это как не экологическая катастрофа?

В новых, более сложных условиях жизни эффективным оказалось объединение возможностей разных видов прокариот. Возник симбиоз одноклеточных организмов, способных к кислородному дыханию, и клеток, обладающих другими полезными свойствами, в том числе таких, которые умели активно двигаться и «заглатывать» твердые пищевые частички (фагоцитоз). Этот симбиоз привел к образованию эукариотических (ядерных) клеток, что существенно расширило возможности эволюции и ускорило ее ход.

На эволюцию безъядерных и образование ядерных клеток понадобилось более 2,5 млрд. лет. К эволюционным достижениям последних 700 млн лет можно отнести многоклеточность, образование тканей, дифференцировку органов и

систем органов. Организмы перешли из водной среды обитания в наземную и воздушную, освоили сложное поведение, у них возникла высшая нервная деятельность и социальная организация.

Углеродный цикл

Углерод — основной элемент любой органической молекулы. Растения получают его, фиксируя атмосферный CO_2 , а остальные живые существа — поедая растения, органические остатки или других животных. Углекислый газ, образующийся в результате дыхания, возвращается в атмосферу. Но часть углерода систематически выводится из этого цикла (рис. 1).

Причин этому две. Во-первых, разложение органических остатков часто происходит не полностью. Стволы деревьев падают в болото, погружаются на дно и в бескислородных условиях консервируются, медленно превращаясь в торф и уголь. А во-вторых, многие морские организмы строят свои скелеты и раковины из карбоната кальция, связывая изрядные количества углерода. Когда эти организмы отмирают, их раковины опускаются на дно, где из них формируются многометровые толщи мела, известняка, мрамора и других осадочных пород. Углерод, законсервированный в этих отложениях, может вернуться в общий круговорот только в результате геологических процессов, протекающих сотни миллионов лет.

Кроме того, малорастворимые карбонаты могут выпадать в осадок и по другим, вполне физическим, причинам. Вспомним школьный опыт. В воду, мутную от частичек мела (CaCO_3), пробуживают углекислый газ, и через несколько минут она становится прозрачной: образовался растворимый гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Если

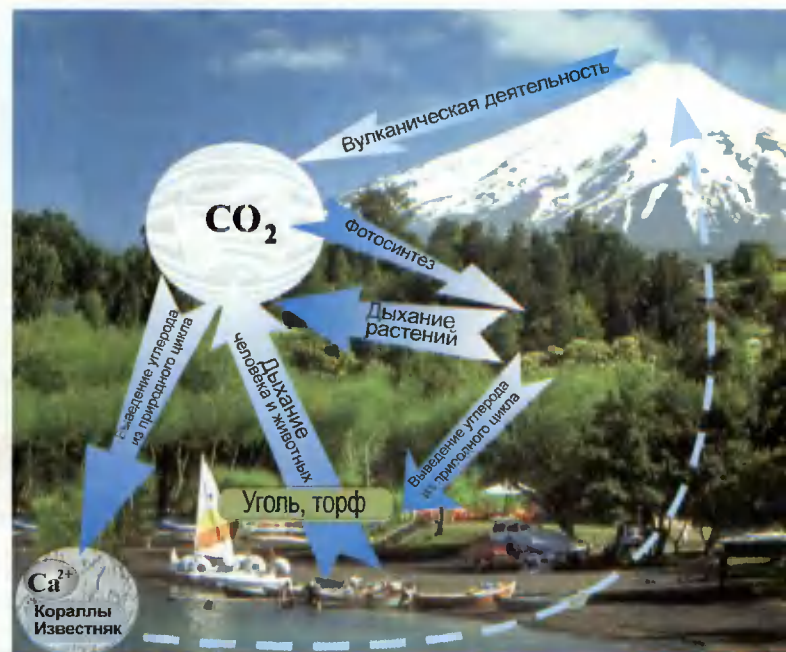
РАЗМЫШЛЕНИЯ

прекратить пробуживание и слегка нагреть стакан, растворенная углекислота улетучится и вода через некоторое время снова станет мутной от выпавших частичек карбоната кальция (в теплой воде углекислоты растворяется меньше, чем в холодной). В океане происходит то же самое — только объемы здесь побольше. Насыщая воды холодных полярных морей, атмосферный CO_2 образует растворимые соли угольной кислоты: гидрокарбонаты кальция и магния. Затем холодная водная масса опускается на дно океана. Медленно перемещаясь по дну от полюсов к экватору, она рано или поздно выходит на поверхность, где нагревается и теряет углекислоту. Часть гидрокарбонатов успевают поглотить кораллы, моллюски и другие морские животные, а часть их распадается с образованием малорастворимых карбонатов. Обратимую реакцию в этом случае можно описать уравнением: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$.

Чем больше углекислого газа раство-

так велика, что недавно в Киото прошла специальная конференция, на которой обсуждались вопросы о том, как законсервировать теперешний газовый состав атмосферы. Но попробуем разобраться, действительно ли это необходимо?

Развитие жизни на Земле всегда было цепью больших и малых потрясений, и даже нынешняя экологическая обстановка, которую мы так боимся нарушить, — только следствие гигантской экологической катастрофы, произошедшей около 1,5 млрд. лет назад.



Цикл углерода в природе имеет узкое место или вовсе разомкнут (пунктирная стрелка): часть углерода постоянно выводится из круговорота (известняк, уголь и т.д.) и может вернуться в него только в результате геологических процессов, которые длятся сотни миллионов лет



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ряется в морской воде и, следовательно, уходит из атмосферы, тем больше карбоната кальция выпадет из морской воды в виде осадков и раковин, на сотни миллионов лет выводя углерод из геохимического цикла.

Согласно некоторым расчетам, если освободить CO_2 из всех мировых запасов известняков и одновременно сжечь все запасы угля, кислород атмосферы израсходуется полностью и ее состав приблизится к венерианскому. Поэтому можно утверждать, что нынешний состав газовой оболочки нашей планеты (21% кислорода, 0,03% углекислого газа и 78% азота) создан деятельностью живых организмов. На протяжении вот уже двух миллиардов лет живое постоянно извлекает CO_2 из атмосферы и консервирует углерод в виде известняковых толщ и углей.

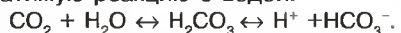
Воздух, которым мы дышим

Итак, напрашивается естественный вывод: состав атмосферы продолжает меняться, и организмам, возникшим в глубочайшей древности, такие перемены на пользу, вероятно, не идут. Но обратимся к человеку, который нас интересует в первую очередь. Кислород ему необходим, а углекислый газ — нет. Но каким воздухом дышим мы сами? Вы, должно быть, считаете, что тем самым, атмосферным, который содержит 21% O_2 и 0,03% CO_2 ? А вот и нет. Этот воздух мы только вдыхаем, пропуская по трахее и бронхам внутрь легких. Там он встречается с неподвижным воздухом, заполняющим альвеолы, и обменивается с ним газами. Состав альвеолярного воздуха удивительно постоянен и совсем не похож на атмосферный: в нем 13% O_2 и 5% CO_2 ; именно с ним находится в диффузионном равновесии артериальная кровь, и, следовательно, им-то мы и дышим. Почему же так получилось?

Более 600 млн. лет назад, когда размеры тела древнейших животных стали увеличиваться, возникла проблема транспорта питательных веществ между органами. Эти функции стала выполнять кровь, которая первоначально

но мало отличалась по своему составу от тогдашней морской воды, поскольку именно к этим условиям солености и концентрации растворенных газов были приспособлены все клеточные биохимические процессы. Дальнейшая эволюция усовершенствовала регуляторные возможности организма, что позволило животным переселиться в пресные воды и выйти на сушу, но клеткам тела уже не пришлось приспосабливаться к новым условиям: проще было носить с собой собственную атмосферу. Вот почему у человека, слона и мыши одинаковый состав альвеолярного воздуха, примерно соответствующий атмосфере девонского периода. Конечно, некоторые не слишком высокоорганизованные организмы, вроде лягушек, у которых нет альвеол, вынуждены постоянно изменять свою биохимию вслед за меняющимися условиями среды и дышать атмосферным воздухом, но для человека его нынешний состав категорически не подходит. В этом каждый может убедиться, заставив себя подышать некоторое время глубже обычного. Возникшее неприятное чувство, вплоть до потери сознания, ясно укажет на опасность таких экспериментов для здоровья. Именно так некоторые неопытные физкультурники, желая укрепить здоровье, зарабатывают себе инфаркт.

Дело в том, что углекислый газ поддерживает в организме кислотно-щелочное равновесие плазмы крови. Растворяясь в плазме, CO_2 вступает в обратимую реакцию с водой:



При глубоком вдохе из легких уходит CO_2 , следовательно, углекислый газ теряет и кровь, а в итоге равновесие реакции сдвигается влево. Кровь защелачивается, и функционирование организма нарушается.

То, что концентрация кислорода в современной атмосфере чрезмерно высока, подтверждают опыты в так называемой камере Стрелкова, где содержание кислорода поддерживают на уровне 10%. Состояние ослабленных больных, страдающих астмой и стенокардией, в такой камере улучшается, в ней быстрее выздоравливают пораженные лучевой болезнью.

Но если животные носят свою атмосферу с собой, то у растений дела обстоят хуже — им приходится приспосабливаться к изменяющейся концентрации CO_2 , необходимого для питания. Опыты над разными видами растений показали, что фотосинтез достигает своего оптимального уровня при концентрации углекислого газа, равной 0,06–0,09%, то есть больше нынешней в два-три раза. Более того, даже и 60-кратное превышение этой величины не окажет на них вред-

ного влияния. Возможно, результаты этих опытов говорят о том, что концентрация CO_2 снизилась в недавнем геологическом прошлом и растения еще не успели адаптироваться к новым условиям. Если же концентрация CO_2 уменьшится еще в два раза, фотосинтез станет малоэффективным и многие виды растений погибнут. А вслед за ними погибнут и многие животные, оставшиеся без пищи.

Следует ли бояться парникового эффекта?

Итак, сомнений в том, что мы действительно стоим на пороге экологической катастрофы, нет, но причина ее заключается не в увеличении концентрации CO_2 , а в том, что углекислого газа слишком мало. Человек — единственный вид, чья деятельность способна вернуть законсервированный углерод в биосферу. Сжигая органическое топливо, он расширяет узкое место углеродного цикла и тем самым дает биосфере возможность развиваться дальше без риска голодной смерти. За последние 70 лет концентрация CO_2 в атмосфере выросла на 10%; при этом площадь ледников на нашей планете немного сократилась. Если в результате этих процессов на Земле потеплеет и уровень Мирового океана поднимется (не более чем на 75 м, если растают все льды Антарктики и Гренландии), некоторые территории исчезнут под водой, но зато гораздо большие площади (например, Сибирь) станут удобными для жизни, поскольку смягчится климат в глубине континентов. По приблизительной оценке, уровень мирового океана поднимается на 0,3–1 мм/год, а средняя температура земной поверхности за последние 30 лет выросла всего на 0,5°C. Судя по этим темпам изменений климата, внезапного потопы не случится и у человечества достаточно времени для решения социальных проблем, связанных с потеплением.

Как видим, человек может изменить к лучшему глобальное состояние биосферы, но пока его деятельность носит стихийный характер. Если же человек осознает свою природную миссию, он сможет вывести биосферу из кризиса и поддерживать ее в стабильном состоянии. Надеемся, что прав был В.И.Вернадский, предсказывавший наступление нового состояния биосферы, контролируемого человеком, которое он назвал сферой разума, или ноосферой.

Глобальное потепление —

шанс для России



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Доктор
технических наук
П.М.Хомяков,
Институт системных
исследований РАН



**Среднегодовое уменьшение затрат энергии
на отопление в период 1989–1990 гг.
(проценты от средней многолетней нормы)**



глобальном потеплении и его катастрофических последствиях для всех государств и регионов говорят уже как минимум 20 лет. Проблема такого масштаба (даже если она во многом и преувеличена из конъюнктурных соображений) не может не сказываться на принятии решений в экономике и политике. Поэтому желательно знать, что же на самом деле представляет собой перспектива глобального потепления, каковы его реальные последствия, возможные потери и приобретения в тех или иных странах, регионах, отраслях хозяйства и, на-

конец, кто и в каких целях заинтересован в тенденциозной интерпретации данной проблемы.

Некоторое повышение глобальной температуры действительно происходит с 1970-х годов. Согласно мнению большинства климатологов, это потепление обусловлено повышением концентрации углекислого газа в атмосфере. А коль скоро повышение содержание CO_2 продолжает расти, то и потепление будет происходить как минимум до 2030-го, а может быть, и до 2050 года.

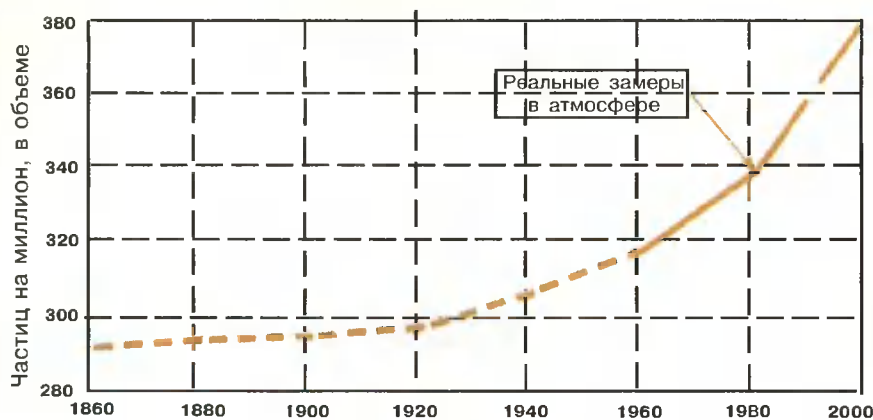
Однако существуют и другие точки зрения. Многие исследователи счи-

тают, что потепление вызвано целым комплексом причин. Помимо увеличения концентрации CO_2 , это — периодические изменения скорости вращения Земли и колебания земной оси, изменение структуры земельного фонда и другие причины. И если наблюдаемое сейчас глобальное потепление укладывается в рамки таких периодических изменений, то оно будет не столь сильным, как пугают, и относительно кратковременным. К 2010–2015 году оно должно смениться либо таким же периодическим похолоданием, либо стабилизацией глобального климата. А некоторые исследователи и вовсе считают, что проблема надумана.

Но как бы то ни было, потепление климата на планете реально зафиксировано приборами и идет такими темпами, что к 2010 — 2020 году, по наиболее взвешенным оценкам, глобальная температура повысится на 1–1,5°C по сравнению с температурой конца 1970-х годов. И потом, как полагают многие, потепление закончится.

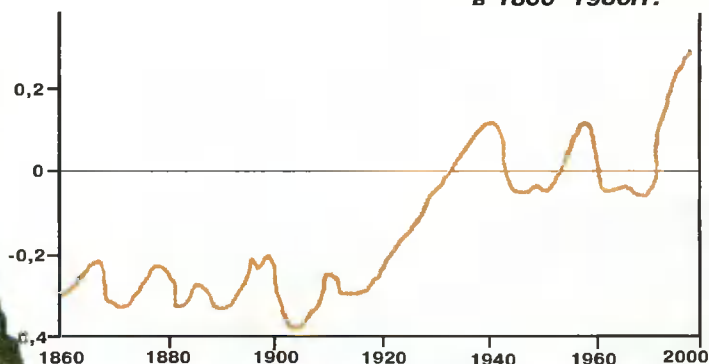
Повышение глобальной температуры на 1 градус проявится на разных широтах неравномерно. На экваторе она вообще не повысится, в Центральном Черноземье потеплеет на 1,5–2,0 градуса, а на севере европейской части России — на 3,0–3,5 градуса. Для сравнения, среднегодовая температура Твери отличается от среднегодовой температуры Архангельска примерно на такую же величину. Так что в высоких широтах даже такое, достаточно умеренное глобальное потепление проявится весьма заметно.

На этом утверждении заканчивается хрупкий консенсус большинства исследователей. Далее мнения расходятся. Как повлияет глобальное потепление на осадки и облачность в различных регионах? Будет ли всеобщее «опустынивание» нынешних сельскохозяйственных районов? Будут ли таять полярные льды? «Поплывет» ли вечная мерзлота? На этот счет еди-



Концентрация двуокиси углерода в атмосфере

Изменение температуры на планете, отклонение от средней температуры в 1860–1980гг.



ного мнения нет, а значит, есть возможность представлять дело так, как это выгодно какой-либо из заинтересованных сторон.

Например, результаты многолетних наблюдений и анализа в рамках программы «Глобальные изменения природной среды и климата» Миннауки России говорят о следующем.

Во-первых, никакого опустынивания и увеличения засушливости климата в основных сельскохозяйственных районах России не произойдет.

Во-вторых, не случится и никакой инженерно-геологической катастрофы в зонах вечной мерзлоты. Мерзлота будет деградировать медленно и постепенно. Нормативный срок эксплуатации большинства сооружений, 50 лет, позволяет постепенно адаптировать эти сооружения к изменяющимся условиям в рамках плановых работ по их реконструкции. Более того, по мере окончательного освобождения тех или иных территорий от мерзлоты строители будут избавлены от тех в общем-то неприятных проблем, которые она несет.

Первые два вывода касаются наиболее катастрофических последствий потепления, которыми пугают Россию заинтересованные круги. Но помимо негативных нельзя не заметить и бла-

гоприятных последствий для России.

Появятся новые зоны, потенциально пригодные для земледелия (на юге России — субтропического), болота трансформируются в высокопродуктивные пастбища, улучшится агроэкологическая обстановка в Нечерноземье. В итоге суммарное производство зерновых в России может увеличиться на 25–40%.

Значительные плюсы несет глобальное потепление лесному хозяйству России. Зона лесов значительно продвинется на Север, занимая место тундры, увеличатся запасы стволовой древесины в лесах. Особенно важно, что это произойдет в Европейской России, где уже существует база для лесной промышленности, которая остро нуждается в дешевом и доступном сырье.

Но особенно благоприятно скажется глобальное потепление на энергетике. Известна ориентировочная зависимость, согласно которой при среднегодовой температуре ниже двух градусов каждый градус падения температуры вдвое поднимает себестоимость обслуживания одного рабочего места. Понятно, что при повышении температуры она будет меньше. И из-за холодного климата высокая энергоемкость нашего сырья

зачастую делает его неконкурентоспособным на мировом рынке. Например, в себестоимости добычи золота и драгметаллов на Севере на долю энерго- и теплотрат приходится до 80%.

Потепление может значительно снизить энергоемкость российской продукции, в результате чего высвободятся десятки миллионов тонн (как минимум 50 миллионов тонн условного топлива в год) энергоносителей, которые можно отправить на экспорт.

В общем, на территории России глобальное потепление принесет больше хорошего, чем плохого. Причем вероятность положительных последствий для России имеет высокую достоверность. Возможность же отрицательных последствий лежит на грани точности соответствующих прогнозов, а попросту говоря, не доказана однозначно. Хотя, разумеется, это не означает, что о негативных последствиях глобального потепления в России можно забыть.

Для значительной части субтропиков, прерий и вообще регионов, лежащих между умеренным и экваториальными поясами, глобальное потепление будет сопровождаться опустыниванием и падением сельскохозяйственного производства. Примером



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

подобного развития событий может служить урожай 1988 года в США. Общее падение сбора зерна в США в результате глобального потепления может достигнуть 40–50%. Возникнут проблемы и с водообеспечением в некоторых районах этой страны и юга Европы.

Особенное значение имеет период, когда глобальный климат перестраивается, прежде чем установится новое стационарное его состояние. В этот достаточно небольшой период (от 10 до 20 лет) резко усилятся внутригодовые и межгодовые климатические колебания и возрастет число экстремальных погодных явлений. Особенно сильно это отразится на американском материке, вытянутом в меридианальном направлении и поэтому наиболее подверженном действиям тропических ураганов. Примером могут служить наводнения 1998 года в Центральной Америке.

Следует заметить, что американские ученые одними из первых получили достаточно неприятные для США прогнозы глобального потепления. И как раз они стали законодателями научной «моды», согласно которой глобальное потепление климата — абсолютное зло для всех. И хотя даже априори ясно, что это далеко не так, переломить уже сложившееся в международном научном сообществе мнение непросто. Тем более что США активно помогали сторонникам «катастрофизма» во всем мире.

Один из распространенных видов такой поддержки — финансирование совместных публикаций, где утверждается апокалиптичность последствий глобального потепления. В одной из коллективных монографий начала 90-х годов совершенно голословно утверждалось, что потепление приведет к катастрофе во всей Сибири. Специалистами по вопросам сибирской мерзлоты выступали японский и американский исследователи. Видно, лучших знатоков данной проблемы составители монографии не нашли.

Самые катастрофические прогнозы

последствий глобального потепления для сельского хозяйства России получены на моделях Канадского климатического центра и Принстонского университета. Проверка этих моделей на адекватность нынешней ситуации показала, например, что сейчас мерзлота должна быть в Смоленске и Южной Монголии.

Совершенно очевидно, что незаинтересованные в глобальном потеплении США навязывают свое мнение всему миру. Россия подписывает соответствующие обязательства по борьбе с глобальным потеплением вместо того, чтобы требовать от стран, борющихся с ним, компенсации своей упущенной выгоды.

Российские регионы могут рассчитывать на инвестиции не только из-за наличия каких-либо уникальных ресурсов, а просто потому, что их привлекательность для ведения хозяйства будет возрастать по мере потепления, в то время как привлекательность территорий США и части Европы, сотрясаемых катастрофическими засухами и ураганами, будет падать.

Все, что ни возьми, у нас из рук вон плохо. Не будет ли глобальное потепление одним из немногих шансов, предоставленных России волею судьбы? И не упустим ли мы?

От редакции. Мы давно подозревали, что все в этом мире — производное от знания. В том числе и политика. Но с такими проблемами и методами современной российской науки, о каких вы прочли выше, столкнулись впервые. Наверное, не все в статье профессора Петра Михайловича Хомякова покажется бесспорным. Поэтому приглашаем вас, уважаемые читатели, к дискуссии на тему: «Миннауки и РАН предлагают нынешней власти беспрецедентный кредит в 3 градуса Цельсия. Обеспечен ли этот вексель законами природы?»

Практика

Во Всероссийском нефтяном и геологоразведочном институте модифицировали штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов и разработали на их основе препараты для ускоренной очистки почв и водоемов от нефтяных загрязнений. Там же на основе формальдегидных карбамидных смол получили сорбенты, способные поглощать из воды до 20 единиц нефтепродуктов на единицу веса.

Тел. (812)273-43-83, ins@vniigri.spb.ru.

В НИИ биологии Иркутского государственного университета разрабатывают системы уменьшения отрицательных экологических последствий работы ГЭС и ТЭЦ. В них входят оценка фонового состояния природной среды и ее естественных изменений, определение изменений, вызванных колебаниями уровня воды и химическими выбросами при работе электростанций, выработка рекомендаций по регулированию уровня воды и внедрению очистных технологий.

Тел. (395-2)243077, root@bio.isu.runnet.ru.

В калужской НПФ «Этек» делают трубы-аэраторы сточных вод для систем биологической очистки, фильтрующие экраны из нетканого материала, а также пористые каркасы из полимерных волокон, похожие на длинные объемные мочалки. На эти каркасы наносят микроорганизмы активного ила, которые разлагают растворенные в воде органические вещества. Объем производства с 1995 г. вырос в два раза и превысил 19 километров труб в год.

Тел. (08434)2-25-28, etek@kaluga.ru.

В ОАО «Оргстекло» разработали новую технологию применения фторорганических поверхностно-активных веществ. Растворенные во фторорганических жидкостях и нанесенные на твердую поверхность, они образуют мономолекулярные пленки толщиной 40–70 ангстрем, которые повышают износостойкость инструмента в два-три раза и снижают расход масла в двигателях на 60%. А если ими обработать порошок, предназначенный для порошковой металлургии, то твердость изделия увеличится на 20%.

Тел. (8313)57-76-76, 57-74-60, 33-17-78.

Ключ к синему лучу, или О светодиодах и лазерах, голубых и зеленых

Профессор,
доктор
физико-математических наук
А.Э.Юнович

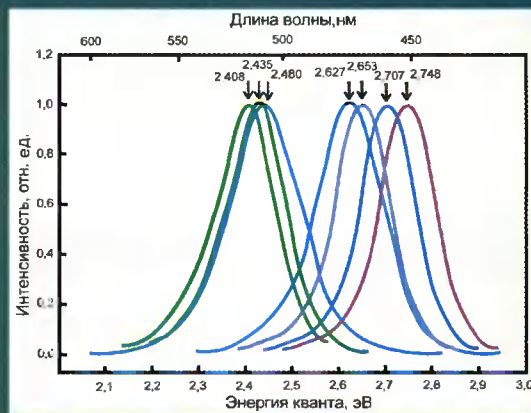
Чем плохи лампочки

Большую часть того, что делает человек, он делает на свету. Например, читает журнал «Химия и жизнь». А большую часть используемого света человек получает от ламп — накаливания или люминесцентных. Однако и в тех, и в других в свет преобразуется лишь малая часть потребляемой электроэнергии. Кроме того, лампы имеют низкую надежность. Наконец, свет не для освещения, а для сигнализации (ламп на пультах управления, светофоры) должен быть определенного цвета. Приходится применять фильтры, и доля энергии, преобразуемой в свет, становится еще меньше.

Но на лампах свет клином не сошелся. Существуют полупроводниковые светодиоды, преобразующие в свет большую долю электроэнергии и более надежные. Излучают они в узкой области спектра (рис. 1), зависящей от материала, из которого сделан прибор, то есть фильтр им не нужен.

В 60—70-е гг. были созданы светодиоды на основе полупроводниковых соединений — фосфида и арсенида галлия и их твердых растворов. Эти приборы излучают в желто-зеленой, желтой и красной областях спектра. В СССР к концу 80-х гг. производили более 100 млн. светодиодов в год, мировая промышленность выпускала несколько десятков миллиардов. Их

1
*Спектры
излучения
различных
светодиодов*



применяли в световых индикаторах, табло, панелях автомобилей и самолетов, в рекламных экранах, в различных системах передачи и визуализации информации. По светоотдаче (отношению светового потока к потребляемой энергии) светодиоды стали лучше обычных ламп накаливания (рис. 2). По долговечности, надежности, безопасности они тоже их превосходили. Одно плохо — не было светодиодов синего, сине-зеленого или белого цвета.

Как они работают

Для того чтобы полупроводник начал излучать, прежде всего в нем должен быть создан р-п-переход, то есть проводимость вблизи одного контакта должна быть дырочной, а вблизи другого — электронной. Приконтактные слои полупроводника должны быть легированы соответственно акцепторными или донорными примесями. Если подать на диод такое напряжение, что начнет протекать ток, электроны и дырки инжектируются с разных сторон в активную область, а затем рекомбинируют, порождая излучение.

Чтобы сделать светодиод, эффективно излучающий в нужной части спектра, надо выполнить несколько условий. Как это часто бывает — и в технике, и в жизни, — часть этих условий противоречит друг другу. Ширина запрещенной зоны (расстояние между валентной и зоной проводимости) полупроводника в активной области диода должна быть близка к энергии квантов излучения. Этим определяется выбор материала диода. Вероятность излучения при рекомбинации электронно-дырочных пар должна быть велика. Поэтому полупроводник должен содержать малое число дефектов, из-за которых рекомбинация происходит без излучения.

На складе материалов

Голубые светодиоды можно сделать на основе полупроводников с большой шириной запрещенной зоны — карбида кремния, соединений элементов II и VI группы, нитридов элементов III группы.

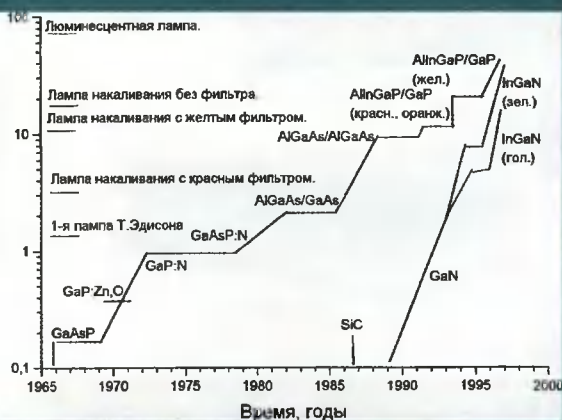
У светодиодов на основе SiC мал к.п.д. и низок квантовый выход излучения.

У светодиодов на основе твердых растворов селенида цинка, ZnSe, квантовый выход больше, но их структуры дефектны, последовательное сопротивление велико, поэтому они перегреваются и служат недолго. Вся надежда оставалась на нитриды.

Заметим, что сама возможность создания светодиодов была открыта в SiC. В 1923 г. О.В.Лосев, сотрудник Ленинградского физико-технического института и Нижегородской радиотехнической лаборатории, записал: «У кристаллов карборунда (полупрозрачных) можно наблюдать (в месте контакта) зеленоватое свечение при токе через контакт всего 0,4 мА... Светящийся детектор может быть пригоден в качестве светового реле как безынертный источник света». Аташе посольства США в Москве Е.Лёбнер, специалист по физике полупроводников, специально посетил библиотеку МГУ для ознакомления с первыми статьями О.В.Лосева, когда писал обзор о светодиодах в 70-е г.

Детектив вокруг нитрида

Нитрид галлия GaN плавится при 2000°C, при этом равновесное давление паров N₂ — 40 атмосфер; понятно, что растить такие кристаллы непросто. Аналогичные соединения — нитриды алюминия и индия — AlN и InN — также



2

Светоотдача (в люменах на ватт) для диодов из различных материалов в зависимости от года разработок

3

Надпись, сделанная в лаборатории МГУ электронным пучком на пленке GaN. Пленка была выращена из газовой фазы и легирована акцептором Zn. Ширина линий — 20 мкм



полупроводники. Их соединения образуют тройные твердые растворы, ширина запрещенной зоны которых зависит от состава. И состав можно подобрать так, чтобы диод генерировал свет с нужной длиной волны. В том числе и синий...

В 70-х гг. группа проф. Дж. Панкова из фирмы IBM создала фиолетовые и голубые светодиоды — на основе пленок GaN на подложке из сапфира. Квантовый выход диодов был достаточен для практических применений, но сопротивление диодов оказалось велико, они перегревались и выходили из строя.

Между тем история не стояла на месте. Группы Г.В. Сапарина и М.В. Чукичева из МГУ обнаружили, что под действием электронного пучка GaN становится ярким люминофором. Авторы предложили делать на основе этого эффекта устройство оптической памяти. На рис.3 показана надпись, сделанная электронным пучком на пленке GaN, легированной акцептором Zn. Но причина яркого свечения тогда не была понята.

Это сделали проф. И.Акасаки и д-р Х.Аmano из Университета Нагоя. Обработав пленку GaN электронным пучком со сканированием, они сделали ярко люминесцирующий слой p-типа. Однако не все разработчики приборов вовремя прочитали их публикации и патенты.

Многослойные, гетероструктурные...

В 1989 г. д-р Ш.Накамура из фирмы «Ничия» начал исследования пленок нитридов элементов III группы, выращенных из металлоорганических соединений. Он использовал результаты проф. Акасаки, но так подобрал легирование (Mg, Zn) и термообра-

ботку, что смог получить эффективно инжектирующие слои p-типа в GaN-гетероструктурах.

На первом этапе сделали светодиоды из двойных гетероструктур $Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}Al_yN$ с активным слоем $Ga_{1-x}In_xN$, легированным Zn. Спектральные максимумы голубых и зеленых диодов были около 460 и 520 нм.

Вот так и получили синий луч.

Не думайте, что это просто

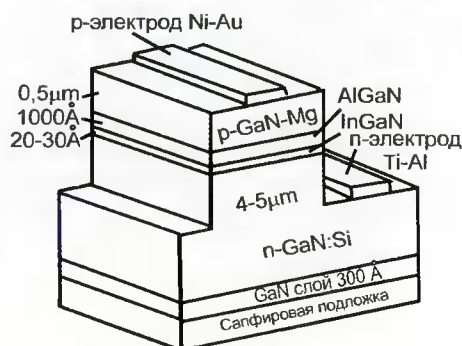
На следующем этапе сделали светодиоды из многослойных гетероструктур $GaN/Ga_{1-x}In_xN$ со слоем $Ga_{1-x}In_xN$ толщиной 2—3 нм. Изменение толщины давало возможность дополнительно управлять спектром излучения, поскольку энергетический спектр электронов и дырок зависит от толщины.

Кроме того, тонкий слой равномерно растягивается или сжимается, но не рвется. Дислокации не возникают, квантовый выход увеличивается.

На рис.4 показана многослойная структура для голубых и зеленых светодиодов с квантовыми ямами. На

4

Структура светодиодов на основе гетероструктур InGaP/AlGaP/GaN с активным слоем — квантовыми ямами



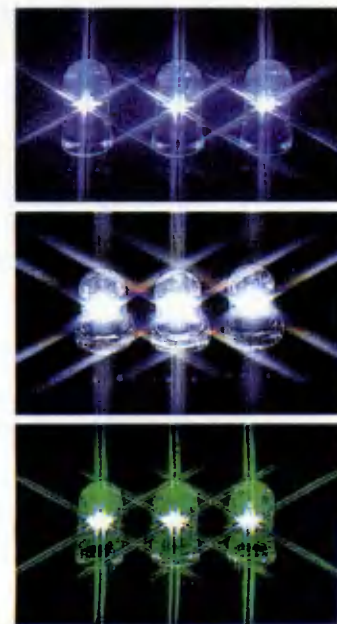
ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

сапфировой подложке, после буферного слоя GaN (30 нм), выращивают сравнительно толстый (4 мкм) слой p-GaN:Si. Затем идут слои $p-Al_{0,1}Ga_{0,9}N:Si$ (100 нм) и слой $p-In_{0,05}Ga_{0,95}N:Si$, необходимые для инжекции электронов и для согласования решетки подложки с активным слоем. В активном слое $In_xGa_{1-x}N$ ($x=0,43$; 2 нм) ширина запрещенной зоны для зеленых диодов соответствует излучению на длине волны 505—525 нм. Она изменяется от голубой до желтой при варьировании x от 0,2 до 0,7 и зависит от толщины слоя. Затем идет барьерный слой $p-Al_{0,1}Ga_{0,9}N:Mg$ (100 нм), согласующий решетку с верхним слоем p-GaN:Mg (0,5 мкм), на который нанесен металлический контакт Ni-Au. Металлический контакт Ti-Al к нижнему слою p-GaN создается после травли части структуры.

Фирма «Ничия» запатентовала ключевые этапы технологии и начала поставлять светодиоды. В конце 1997 г. она уже выпускала 10 — 20 млн. голубых и зеленых светодиодов в месяц; в январе 1998 г. начала выпуск белых светодиодов (рис.5). Разумеется, белые светодиоды сделать

5

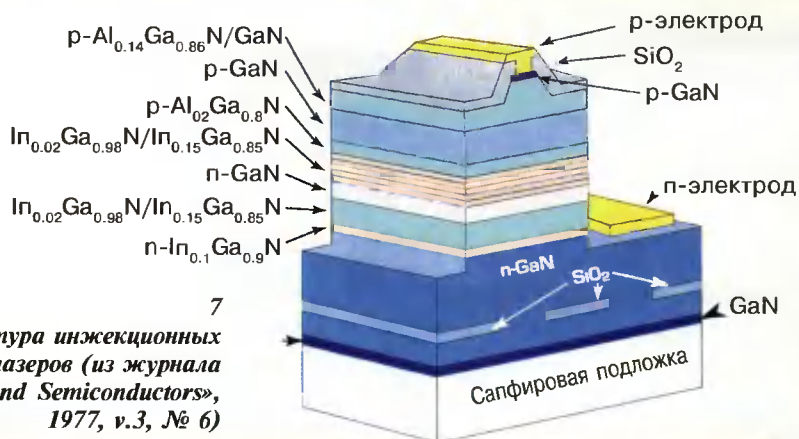
Внешний вид голубых, зеленых и белых светодиодов фирмы «Ничия»





6
Светодиодный светофор
на московской улице

7
Структура инжекционных
лазеров (из журнала
«Compound Semiconductors»,
1977, v.3, № 6)



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

с длинами волн 380 — 420 нм при комнатной температуре в течение более тысячи часов, а в июне 1998 г. — до десяти тысяч часов: удалось уменьшить плотность дислокаций, дефектов, возникающих из-за различия постоянных решетки сапфира и GaN.

Конструкция лазеров показана на рис.7. После начальных этапов эпитаксиального роста на поверхность слоя GaN наносили маску из полосок окиси кремния. Дальнейшее осаждение производили через окна в маске, и слой разрастался не только в направлении, перпендикулярном плоскости подложки, но и вверх слоя SiO₂, параллельно ему. При параллельном росте дислокации зарастали, и над маской SiO₂ их плотность была на два-три порядка меньше, чем над окнами в маске. Затем наращивали сверхрешетку из 120 пар слоев p-Al_xGa_{1-x}N:Si/GaN по 2 нм, которая служила для компенсации механических напряжений и для инжекции электронов в активную область. Оптический волновод образован слоями In_xGa_{1-x}N с разными значениями x, а активный слой — пятью парами слоев In_xGa_{1-x}N/In_yGa_{1-y}N. Поверх волноводных слоев располагалась сверхрешетка из 120 пар слоев p-Al_xGa_{1-x}N:Mg/GaN по 2 нм толщиной для инжекции дырок в активную область, а затем — слой GaN:Mg с контактом.

В январе 1999 г. фирма «Ничия» объявила о выпуске образцов лазеров на длину волны 400 нм с мощностью в когерентном режиме около 5 мВт при рабочем токе 40 мА. За первыми сообщениями о коротковолновом полупроводниковом инжекционном лазере последовали публикации других японских групп, а также исследователей из Калифорнийского университета, Университета Северной Каролины, фирм «Ксерокс» и «Хьюлетт-Паккард».

За что идет борьба

Естественно, за области применения, за заказы. Использование фиолетовых, голубых и чисто зеленых излучателей сулит улучшение качества и скорости полноцветной печати. Компакт-диски при замене лазеров на основе GaAs с длиной волны 800 нм на лазеры из GaN с вдвое меньшей длиной волны будут иметь в четыре раза большую плотность записи информации: в 2005 г. на диске будет умещаться 16 — 20 Гб. Этого достаточно для записи 6 — 8 часов музыки или двух полнометражных видеофильмов.

Объем продаж нитридных материалов, структур и приборов по всему миру составил в 1996 г. около 220 млн. долларов. Годовой прирост — 50%. Причем это не финансовая пирамида ГКО, а «высокие технологии».

Так исследования и разработки полупроводниковых излучателей на основе GaN еще раз показали, что наука о полупроводниках далеко не исчерпана. И что для завоевания рынка надо а) понять, б) придумать, в) сделать и г) организовать производство.

нельзя, потому что белый — это не цвет, а смесь цветов. В белых светодиодах на голубой светодиод нанесен желтый люминофор. Голубой и желтый свет, смешиваясь, дают белый.

Массовое применение этих диодов в светосигнальной аппаратуре уже началось. К 850-летию юбилею в центре Москвы было установлено 1000 дорожных светодиодных светофоров (рис.6), выполненных на основе японских и американских светодиодов. Они экономят немало электроэнергии. В Японии начали ставить полноцветные рекламные экраны из светодиодов. Проектируются телевизоры с размерами экранов более 70 см по диагонали, в которых каждая светящаяся точка — из светодиодов трех цветов: синего, зеленого и красного; и таких точек более ста тысяч.

Светодиодов им показалось мало

В декабре 1995 г. фирма «Ничия» сообщила, что структуры на основе GaN с множественными квантовыми ямами Ga_{1-x}In_xN/GaN позволили создать инжекционный лазер на длину волны 417 нм. Инжекционный лазер отличается от светодиода тем, что свет усиливается в активной области. Две зеркальные грани кристалла образуют резонатор, который выделяет монохроматическое когерентное излучение.

В октябре 1997 г. Ш.Накамура сделал доклад о работе подобных лазеров

8
Проф.
И.Акаси,
один
из создателей
синих
светодиодов,
с автором
этой статьи





Ближний Космос

G. Borisov

Фото 1

Не каждый журнал может похвастаться дружбой с астрономом, который не только наблюдает космические объекты, но и фотографирует их: таких людей во всем мире — считанные единицы. А потому мы особенно рады познакомить наших читателей с уникальными снимками объектов Солнечной системы, которые предоставил в наше распоряжение Геннадий Владимирович Борисов, сотрудник Крымской лаборатории Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. Для астронома-профессионала эти фотографии — результат его увлечения сложной фотосъемкой, а для нас — повод напомнить читателям о том, что Земля не так уж велика и когда-нибудь нам придется осваивать ее окрестности, о которых мы уже и сейчас кое-что знаем благодаря телескопам.

Фото Г. Борисова



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Каждому из нас приходилось разглядывать Луну, и мы с детства знаем, что странное лицо, что смотрит на нас в полнолуние, нарисовано на поверхности нашего спутника кратерами, горными цепями и темными низменностями, за которыми исторически закрепилось название морей. Однако профессиональные астрономы предпочитают изучать лунные ландшафты в те ночи, когда небо украшает лишь тонкий серп: в это время горы отбрасывают длинные тени и картина становится более контрастной (фото 1).

А видят наблюдатели в телескоп такое, чего, возможно, не заметили бы, находясь на поверхности Луны. Например, даже беглого взгляда на кратер Коперник (фото 2, в центре) достаточно, чтобы понять, что образовался он от падения гигантского метеорита. Куски породы взметнулись при ударе небесного тела о поверхность, подобно брызгам от камня, брошенного в лужу, и образовали вокруг центрального цирка радиально расходящиеся цепочки мелких вторичных кратеров, которые на снимках с низким разрешением выглядят как светлые лучи. Об ударном происхождении кратера Коперник свидетельствует и центральная горка, и особенности окружающего рельефа, которые могли появиться только в случае, если сила, сформировавшая ландшафт, действовала под углом (в частности, горы, названные по-земному Карпатами, кажутся засыпанными веществом, которое выплеснулось при ударе).

Кратеров такого типа на Луне хватает, но почти каждый из них имеет какую-нибудь особенность. Так, у Эратосфена (фото 2, слева) не одна, а целых три центральных горки, а внутри Кассини (фото 3, в центре) можно заметить дватри более мелких кратера — следы падения метеоритов, ударив-



Фото 2

Фото 4

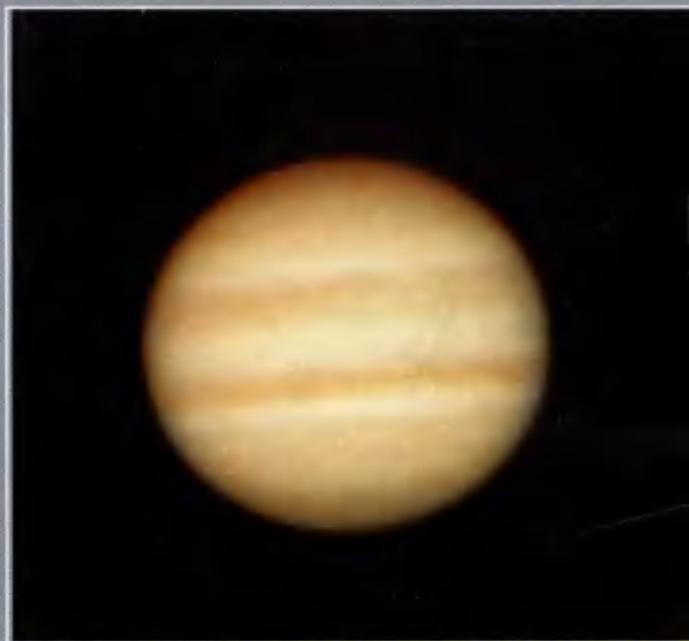


Фото 5

шихся о поверхность Луны, когда большой кратер уже существовал.

Кассини расположен между двумя горными цепями, которые носят названия Кавказ (слева) и Альпы (внизу). А вот чуть выше Альп (фото 3) находится уникальное для Луны образование — тектонический разлом Альпийская долина длиной в 130 — 140 километров и шириной около 15 километров. Да, когда-то геологические процессы на Луне были куда более бурными, чем в наши дни. В память о них остались кратеры, подобные Платону, — кольцевые горы с гладкими озерами застывшей лавы внутри (фото 3, внизу справа).



Фото 3



Лицо нашей ближайшей соседки астрономы изучили в деталях, но другие планеты так просто своих тайн не откроют. Взгляните на изображения Юпитера и Сатурна (фото 4, 5) — их контуры размыты, и это вовсе не дефект съемки. Планеты-гиганты окружены плотными атмосферами, за которыми невозможно разглядеть их поверхность. Быстрое вращение этих планет вокруг своей оси приводит к тому, что они, как и Земля, сплюснуты у полюсов, причем отклонение от шарообразной формы тем больше, чем выше скорость вращения планеты (для Юпитера она составляет примерно 9 ч 50 мин, а для Сатурна — 10 ч 15 мин).

Юпитер так и вовсе похож на волчок из-за хорошо заметных полос, образованных слоями облаков, которые на разных широтах движутся с разными скоростями.

Сатурн знаменит своими кольцами — метеоритными поясами, состоящими из каменных и ледяных глыб. Отдельные кольца разделены щелями — пространством, почти свободным от вещества, поскольку движение тел в этих зонах неустойчиво из-за влияния крупных спутников Сатурна, орбиты которых лежат большей частью за пределами колец. На снимке заметна щель Кассини между кольцами А и Б, которая названа так в честь

Фото 6

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

итальянского астронома, который первым заметил ее.

На фото 5 система колец имеет привычный вид диска, расположенного параллельно экватору планеты, под углом к эклиптике, однако так Сатурн выглядит не всегда. Через каждые 15 лет он поворачивается таким образом, что кольца оказываются к нам ребром и становятся невидимыми, поскольку при ширине, в пять раз превышающей диаметр земного шара, толщина их не превышает трех километров. Последний раз кольца Сатурна пропадали из виду в 1995 году.

О том, кто такие кометы — гости из далеких миров или же блудные дочери Солнца, астрономы гадают и по сей день. Вероятно, большинство из них все-таки не пришельцы: они движутся по сильно вытянутым, но замкнутым орбитам и надолго исчезают из поля зрения наблюдателей. Свой хвост они распускают только перед Солнцем, когда на ледяное ядро начинает воздействовать поток заряженных частиц, идущих от светила. У некоторых комет он поистине роскошный, а у кометы Хейла—Боппа, которую нам посчастливилось наблюдать весной 1997 года, их было даже два — желтый и голубой (фото 6). Дело в том, что частицы, которые испаряются из ядра кометы, летящей по крутому участку своей траектории, отклоняются от прямой, соединяющей Солнце и комету тем больше, чем больше их масса. Так и получается, что хвост из тяжелых частичек пыли (желтый на снимке) тянется за кометой почти вдоль траектории ее движения, а газовый хвост (голубой) оказывается направленным почти точно от Солнца.

Комета Хейла—Боппа относится к числу периодических: она обязательно вернется, и через 2000 лет ею смогут полюбоваться наши отдаленные потомки.

А в следующем номере мы познакомим вас с объектами дальнего космоса.

В.Артамонова

Гармония мира

Художник Г. Гончаров



Окончание.
Начало см. в №11, 12, 1998
и №1, 1999.

Дело всей своей жизни — грандиозный труд «О гармонии мира. Пять книг» — Иоганн Кеплер завершил 10 февраля 1619 года. План сочинения, о котором еще в 1599 году молодой Кеплер сообщил советнику Херварту фон Хоэнбургу, сохранился по сути, но наполнился удивительным содержанием, и поныне поражающим тщательностью отделки и богатством фантазии. Изменился и автор сочинения. Теперь это был уже не восторженный юноша, делающий первые шаги в науке, а зрелый ученый муж,

немало способствовавший становлению новой астрономии, открывший два первых закона движения планет, научившийся умерять романтические порывы и безудержный полет фантазии, искусный вычислитель, наделенный тонкой физической интуицией. Приступая к работе над «Гармонией мира», Кеплер располагал всем необходимым для осуществления заветного замысла — разгадке плана, по которому Творец создал величайшее из своих произведений — наше мироздание.



Грандиозность замысла требовала соответствующей манеры изложения. Цепь логических умозаключений должна была быть выстроена безупречно, и Кеплер решает следовать признанному эталону математической строгости — «Началам» Евклида. Это звучит в эпиграфе, который Кеплер заимствовал у любимого античного автора Прокла Диадокха: «В изучении природы математика вносит величайший вклад тем, что позволяет обнаружить стройную систему идей, в соответствии с которыми построена Вселенная, и представить простые элементы, на которых зиждется небеса, принимая в различных частях соответствующие формы, во всем их гармоничном и соразмерном единстве».

Для Кеплера, видевшего в геометрии «прообраз красоты мира», было естественным искать первопричины гармонии не в числах, как это делали пифагорейцы, а рассматривать свойства чисел как отражение стоящих за ними геометрических фигур. В поисках гармонических отношений Кеплер опирался на книгу X «Начал» Евклида. В изложении или уточнении Евклида он не усматривал ни дерзости, ни кощунства, как не усматривал ни того, ни другого, пытаясь исправить неверную дату рождения Иисуса Христа (по мнению Кеплера, Вифлеемская звезда была ничем иным, как соединением Юпитера и Сатурна, которое, по его расчетам, приходилось на 3-й год до н.э.).

Анализируя свойства геометрических фигур (в первой книге «Гармонии мира» — «Правильные фигуры, порождающие гармонические пропорции»), Кеплер пришел к выводу, что важнейшее из них — рациональность отношений длин элементов фигур и возможность их построения с помощью циркуля и линейки. Правильные многоугольники, которые можно построить с помощью циркуля и линейки, Кеплер назвал представимыми, а остальные — непредставимыми. Разумеется, и Кеплер, и последующие поколения математиков еще долго оставались в неведении относительно того, при каком числе сторон правильный многоугольник оказывается представимым. (Кстати, эта задача была решена

только в 1801 году князем математики Гауссом. Он доказал, что многоугольник представим, если число его сторон равно $2^n \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k$, где n — любое неотрицательное целое число, а $p_1, p_2, \dots, p_k$ — различные гауссовы простые числа: $p = 2^{2^s} + 1$, где s — целое положительное число. Пока известно только пять таких чисел: $p_1 = 3, p_2 = 5, p_3 = 17, p_4 = 257, p_5 = 65537$. Из теории Гаула следует, что других правильных и представимых многоугольников, кроме открытых Гауссом, не существует. Таким образом, правильный пятиугольник может, а правильный семиугольник не может быть построен с помощью циркуля и линейки. Гаусс завещал выбить на своем надгробии правильный семнадцатиугольник — столь важное значение он придавал полученному результату. Но во времена Кеплера математика еще не располагала этим знанием).

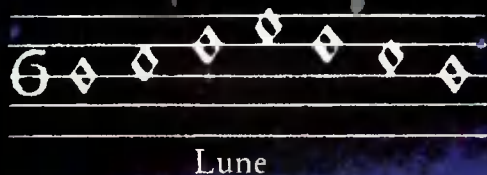
Однако представимых фигур оказалось бесконечно много, и выбрать среди них конечное число носителей гармонических пропорций едва ли было возможно. И тогда Кеплер пытается различать геометрические фигуры по новому свойству, которое он называет конгруэнцией (вторая книга «Гармонии мира» — «Конгруэнция гармонических фигур»). На языке современной кристаллографической геометрии кеплеровская конгруэнция эквивалентна понятию разбиения, то есть такому расположению фигур из некоторого набора на плоскости, при котором фигуры имеют общими только точки границ (не пересекаются) и каждая точка плоскости оказывается накрытой по крайней мере одной фигурой. Существуют не только плоские, но и пространственные конгруэнции. При рассмотрении пространственных конгруэнций Кеплер и делает главное открытие. Если отказаться от требования выпуклости (когда многогранник расположен целиком по одну сторону от любой своей грани), то к пяти платоновым телам добавляются еще звездчатые многогранники. Два из них открыл Кеплер. Однако современники не оценили это открытие Кеплера, и лишь в начале XIX века французский

математик Пуансо открыл их еще раз (тела Пуансо).

Число конгруэнтных фигур оказалось конечным, и все они были представимыми. Кеплер расценил это как доброе предзнаменование — поиск гармонии мира шел в правильном направлении. Теперь из представимых конгруэнтных фигур предстояло извлечь характерные пропорции, которые можно было бы принять за основу гармонии. Но для этого требовалось изучить музыкальные гармонии. Этим поискам посвящена третья книга — «Происхождение гармонических пропорций, а также природа и различие музыкальных интервалов».

В предисловии к книге Кеплер рассказывает легенду, приписывающую Пифагору открытие гармонических отношений: «Говорят, что Пифагор, проходя как-то раз мимо кузницы и услышав гармоничные звуки, издаваемые молотами, впервые открыл, что различие в тоне связано с размерами молота: большие молоты издают низкий звук, маленькие — высокий. Поскольку то, что называется пропорцией, связано с числовыми величинами, он измерил молоты и без труда нашел пропорции, отвечающие гармоничным или диссонансным, мелодичным или немелодичным интервалам. От молотов Пифагор перешел к длинам струн, для которых слух более точно указывает, какая их часть задает консонанс и какая — диссонанс».

Попытки построить звукоярд из основных интервалов предпринимали и до Кеплера, например Платон в «Тимее» произвольно принял за основные три интервала: октаву, квинту и кварту. Кеплеру же с его установкой о первичности геометрических фигур предстояло решить несравненно более сложную задачу: не только указать конечный набор основных интервалов, но и вывести эти интервалы из свойств геометрических фигур. Здесь-то и пригодилась школа, приобретенная во время работы над «Новой астрономией»: проделав вычислительную работу, сравнимую по объему с эмпирическим определением орбиты Марса или Земли по точкам, перелав множество вариантов и гипотез,



Кеплер получает семь основных гармонических интервалов: октаву (с отношением частот 1:2), увеличенную сексту (3:5), малую сексту (5:8), чистую квинту (2:3), чистую кварту (3:4), большую терцию (4:5) и малую терцию (5:6) — и выводит из них звукоряд, мажорное и минорное наклонение, словом, выступает в роли создателя новой теории музыки.

Но для Кеплера музыкальные гармонические интервалы были лишь грубым воплощением чистых (или абстрактных) гармоний, которые только и были истинными. Носителями истинных гармоний, по Кеплеру, могли быть либо окружность и ее разбиения, либо так называемые конфигурации. Чистым гармоническим отношениям посвящена четвертая книга «Гармонии мира» — «Гармоническая конфигурация звездных лучей на Земле и ее влияние на погоду и другие явления природы». Вот что он там писал: «Необходимо отличать чувственные и аналогичные им гармонии от чистых гармоний, лишенных всего чувственного. Первые многочисленны и имеют разнообразных носителей. Чистые же гармонии, лишенные чувственных носителей, всегда одинаковы. Например, тот тип гармонии, который возникает из двойной пропорции, всегда один и тот же. Если он выражен в звуках, то называется октавой, если в углах между лучами — противостоянием».

А что понимал Кеплер под словом «конфигурация»? Он дает два определения. «Определение 1. Слово «конфигурация» означает угол, под которым

приходят на Землю (рассматриваемую как точку) лучи от каких-нибудь двух планет, или, что то же, дугу большого круга, проходящего по зодиаку, которая служит мерой названного угла. Определение 2. Действенной называется конфигурация в том случае, когда угол между лучами, исходящими от двух планет, обладает особым свойством возбуждать одушевленные существа в силу их подлунной природы и ограниченных возможностей так, что во время такой конфигурации эти существа развивают повышенную активность». Не правда ли, мы слышим, как в Кеплере говорит астролог?

Астрология в древности, да и в более поздние времена, считалась наукой не менее уважаемой, чем астрономия. На посту придворного математика Кеплеру по долгу службы приходилось составлять гороскопы для самого императора Рудольфа II и его придворных. Тонкий психолог, Кеплер обладал незаурядным даром предвидения и составлял гороскопы и прогностиконы (календари с предсказаниями), которые пользовались не меньшей популярностью, чем «Брюсовы календари» на Руси, составленные сподвижником Петра Великого «чернокнижником» Брюсом. Особую известность приобрел гороскоп, составленный Кеплером для полководца герцога Альбрехта Валленштейна.

Но и астрологом Кеплер был неортодоксальным. По его мнению, на судьбы людей влияют не звезды, а углы между лучами от звезд, запечатлеваемые в душе человека при рождении, — так называемые натальные аспекты. В дальнейшем душа резонирует на определенные аспекты, которые соответствуют действительным конфигурациям. Всего, по Кеплеру, существует восемь действительных аспектов: соединение (1:1), секстиль (1:6), квадратура (1:4), тригон (1:3), противостояние (1:2), квинтиль (1:5), триоктиль (3:8) и биквинтиль (2:5).

Итак, гармонические отношения найдены. Осталось лишь найти их в движениях небесных тел. Этому посвящена последняя, пятая, книга «Гармонии мира» — «Совершеннейшая гармония в небесных движениях и связанное с ней

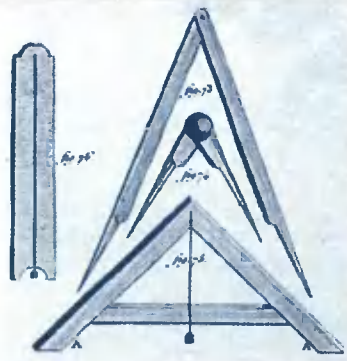
возникновение эксцентров, радиусов орбит и периодов обращения».

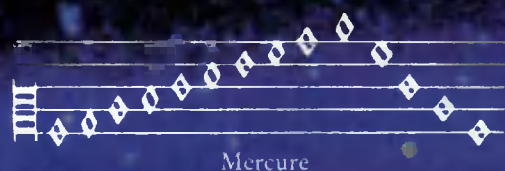
«То, о чем я догадывался 25 лет назад еще до открытия пяти правильных тел между небесными орбитами, то, в чем я был уверен еще до прочтения рукописи Птолемея о гармонии, то, что я обещал своим друзьям, выбрав заглавие книги еще до того, как сам предмет стал мне ясен, то, что 16 лет назад я провозгласил как цель исследования в одной из своих работ, то, что побудило меня посвятить лучшую часть жизни астрономическим изысканиям, найти Тихо Браге и избрать Прагу местом жительства, я наконец вынес на суд.

Ныне, после того как 18 месяцев назад впервые забрезжил рассвет, после того как три месяца назад наступил ясный день и лишь несколько дней назад возшло яркое солнце чудеснейшего зрелища, ничто не может остановить меня. Я отдаюсь священному экстазу. Не боясь насмешек смертных, я исповедуюсь открыто. Да, я похитил золотые сосуды египтян (имеется в виду астронома Клавдия Птолемея. — Ю.Д.), дабы вдали от границ Египта воздвигнуть жертвенник своему Богу. Если вы простите меня, я буду рад. Если вы осудите меня, я снесу это. Жребий брошен. Я написал книгу либо для современников, либо для потомков; мне безразлично — для кого. Пусть книга сотни лет ждет своего читателя: ждал же сам Бог шесть тысяч лет, пока появился свидетель».

По Кеплеру, Творец создал мироздание на основе двух принципов: геометрического, или статического, определяющего число планет и расстояния между ними, и гармонического, или динамического, управляющего эксцентами орбит, скоростями планет и периодами их обращения вокруг Солнца.

Но хотя Кеплер установил принципы и нашел гармонические пропорции, не доставало главного: носителей гармонических пропорций в движениях небесных тел. Кеплер считает нелишним в этой пятой книге напомнить читателю «основные сведения, необходимые для рассмотрения небесных гармоний»: все планеты, кроме Луны, обращаются вок-

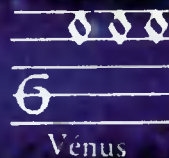




Mercure



Saturne



Vénus



Terre

руг Солнца, расстояния от планет до Солнца не остаются неизменными, орбиты планет имеют форму эллипса и Солнце, источник движения, расположено в фокусе этого эллипса. Здесь он формулирует свой знаменитый третий закон движения планет. В современной формулировке он звучит так: квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы сходственных элементов их орбит. На этот раз Кеплер как бы изменяет своему обыкновению делиться с читателем всеми радостями и горестями постижения конечного результата: его творческая лаборатория остается скрытой от глаз постороннего наблюдателя. Кеплер стремится к главному — постижению гармонии мира, и третий закон при всей его важности остается для Кеплера не более чем инструментом.

Истинная пропорция между периодами обращения «пришла мне в голову, — сообщает Кеплер, — 8 марта сего (1618-го — Ю.Д.) года, когда мне потребовалось уточнить некоторые даты, однако рука моя не была удачливой, и я отверг свою догадку как ошибочную. Наконец, 15 мая та же мысль снова пришла мне в голову и со второй попытки рассеяла тьму моего духа. Между моей семнадцатилетней работой над наблюдениями Тихо Браге и моими нынешними размышлениями возникло при этом столь полное согласие, что я было подумал, что все это мне снится и я принимаю желаемое за действительное. Однако совершенно достоверно и точно установлено, что пропорция между периодами обращения любых двух планет составляет ровно полторы пропорции их средних расстояний».

Выкованное тяжким трудом и интуицией новое оружие было тотчас же пущено в ход: с помощью третьего закона Кеплер находит зависимость между расстояниями от Солнца до планет в афелии и перигелии и их наибольшей и наименьшей скоростью, а также определяет по экстремальным скоростям среднюю. Но все же третий закон оставался на периферии сознания Кеплера. Его интересовал ответ на главный вопрос: «Где в движениях планет Создатель запечат-

ляет гармонические пропорции и каким образом это происходит?»

После долгих поисков Кеплер обращается к отношениям угловых скоростей планет в афелии и перигелии: «Солнце гармонии засияло во всем блеске» — отношения экстремальных скоростей для внешних планет действительно оказались близкими к гармоническим: Сатурн — 4:5, Юпитер — 5:6, Марс — 2:3.

Кеплер считал, что гармония таится не только в отношениях угловых скоростей в афелии и перигелии одной и той же планеты, но и в отношении экстремальных скоростей двух различных планет. Иными словами, по Кеплеру, планеты не только тянули каждая свой голос, но и их партии были согласованы. Кеплер различал эти два вида гармонии: «Между введенными нами гармониями для одной планеты и гармониями двух планет имеется большое различие. Первые из них не могут возникать в какой-то определенный момент времени, для последних же это вполне возможно. Действительно, если какая-нибудь планета находится в афелии, то она не может одновременно находиться в противоположащем ему перигелии. Если же речь идет о двух планетах, то одна из них может находиться в афелии, а другая в тот же момент времени — в перигелии. Гармонии, образуемые отдельными планетами, относятся к гармониям, образуемым парами планет, так же, как простое одnogолосое пение, называемое хоральным, которое только и было известно древним, к многоголосому, так называемому фигурированному пению, открытому в последнем столетии.

Таким образом, — заключает Кеплер, — небесные движения есть не что иное, как ни на миг не прекращающаяся многоголосая музыка (воспринимаемая не слухом, а разумом)». В 1951 году австрийский композитор Хиндемит написал симфонию «Гармония мира», которая была исполнена симфоническим оркестром Венской филармонии. Музыка сфер, о которой говорили древние и которую слышал разумом Иоганн Кеплер, прозвучала в концертном зале. (В России симфонию Хиндемита исполнял знаменитый оркестр Ленин-

градской филармонии под управлением Е.А.Мравинского.)

Школа «Новой астрономии» не прошла даром. Приведя разнообразные доводы, подтверждающие «гармоническую теорию», Кеплер все же не преминул обратиться к наблюдениям Тихо Браге, чтобы вынести окончательное суждение. Но и здесь его фантазия не знает границ. Небольшое расхождение между табличными значениями угловых скоростей планет в афелии и перигелии (относительно наблюдателя, находящегося на Солнце) и теоретическими, выведенными из гармонических соотношений, Кеплер объясняет тем, что небесный секстет должен звучать одинаково согласованно и в мажоре, и в миноре, а для этого планеты должны иметь возможность для настройки своих инструментов.

Исходя из гармонических отношений между экстремальными значениями угловых скоростей, Кеплер, используя второй и третий законы, заново рассчитывает элементы орбит и приходит к заключению, что «все числа близки к расстояниям, полученным мной из наблюдений Тихо».

О поиске гармонии мира мировая наука надолго позабыла: слишком сильным оказалось очарование дифференциальных уравнений, позволивших описывать движение, ньютоновской механики и ньютоновского закона всемирного тяготения, из которого законы Кеплера легко выводились. Но уже в нашем веке было осознано значение симметрии как основы точного естествознания, роли симметрии уравнений, которая оказалась более важной, чем сами уравнения. Вступив на путь поиска симметрии, современная наука, подчас сама того не ведая, вступила на путь, который был проложен Иоганном Кеплером в его непонятном, но от того не менее прекрасном сочинении «О гармонии мира. Пять книг».

В следующем полугодии мы продолжим рассказ о гармонии, но уже земного мира, об удивительных законах симметрии и формообразования, согласно которым устроено все живое и неживое на Земле.

Польза от сорняков

Весной я часто готовлю зеленые щи. Говорят, что из крапивы и другой весенней зелени можно делать и салаты. Насколько это полезно?

Н.Солопова, Новомосковск

Крапива, одуванчики и даже обыкновенная сныть хороши тем, что растут сами по себе, причем появляются значительно раньше салата, шавеля, укропа и других огородных культур. Они неприхотливы, и весной на любом клочке земли за городом можно набрать солидный пучок полезной травы. Но это не главное. В молодых, нежных листьях так много витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ, что они отлично восполняют их дефицит в нашем организме.

Первое место среди весенней зелени надо отдать крапиве: в ее листьях много гликозидов, дубильных и белковых веществ, гистамина, муравьиной кислоты, а также витаминов К, В₂, С, пантотеновой кислоты, каротиноидов, гистамина, солей железа. Весной аскорбиновой кислоты в ней больше, чем в апельсинах и лимонах, а каротина столько же, сколько в моркови. Всего лишь 20 г крапивы покрывают суточную потребность организма в витамине К, который стимулирует выработку в печени одного из важнейших факторов свертывания крови — протромбина. Говорят, что крапива предотвращает развитие диабета. Кроме того, ее листья содержат больше хлорофил-

ла, чем другие растения (хлорофилл из крапивы даже использовали как пищевой краситель), а он тонизирует организм, усиливает обмен веществ, улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы и дыхательного центра. Французские фермеры всерьез взялись выращивать крапиву и предлагают ее использовать не только в салатах, но и в других блюдах, включая десерты. На последней сельскохозяйственной выставке во Франции это неприхотливое растение стало центром внимания. Собирать крапиву нужно в самом начале лета, до цветения. Молодая, она почти не жжется, но желающие могут обладать ее предварительно кипятком.

В салат полезно добавить и листья одуванчика. Они стимулируют выделение желчи и активизируют пищеварение. В той же Франции, стране гурманов, одуванчики едят очень давно и даже специально их выращивают. Французский вариант салата — это листья одуванчиков, немного сырокопченой ветчины, все полито уксусным соусом. Листья надо брать только с молодых растений, пока они еще не выпустили стрелки. Если кому-то не понравится пикантная горечь, то можно предварительно подержать одуванчики полчаса в холодной подсоленной воде.

Ранней весной не пренебрегайте и молодыми листьями сныти, ведь в этой траве содержится много витамина С и апигенина — биологически активного вещества, поддерживающего работу сердца. Сныть употребляют в сыром виде и как добавку к омлетам, супам, запеканкам. Еще ее сушат и квасят, подобно капусте. Молодые ароматные листочки сныти можно использовать все лето, если периодически скашивать

ее, чтобы появлялись новые побеги.

Рецепт салата из первой зелени очень прост: все, что вы соберете из зелени, крутые яйца, вареный картофель, сыр, лук или чеснок. Заправлять его можно сметаной, майонезом, растительным маслом — экспериментируйте на здоровье.

И еще одна важная деталь. Собирайте траву только за городом, вдали от дорог, иначе кроме витаминов вы рискуете съесть еще солидную дозу свинца и других мало полезных веществ.

Е.Краснова

Чтобы банька не темнела

Мы построили баню и хотим покрыть ее изнутри лаком. Не опасно ли это?

Семья Кравцовых, Москва

Для внутренней отделки бани сегодня, как правило, используют финский акриловый вододисперсионный лак, в котором роль пленкообразователей играют различные акрилаты. При высыхании лака вода испаряется, а на поверхности древесины образуется тонкая пленка из полиакрилатов. Такое водонепроницаемое покрытие защищает дерево в течение 10–15 лет, то есть весь средний срок службы бани до первого ремонта.

Свойства этого покрытия определяются свойствами полиакрилатов. Они начинают разлагаться только при нагреве выше 150°C, то есть при максимальной температуре эксплуатации 120°C, которая указана в инструкции, вам ничто не грозит. Полиакриловые лаки устойчивы к кислотам и слабым растворам щелочей, поэтому потеть (пот имеет слабокислую реакцию) и мыться мылом в такой бане можно.



Для стен и потолков специалисты рекомендуют один состав лака, а для банных полок — другой. Состав последнего подобран так, чтобы лак сильно не нагревался и не обжигал тело. Впрочем, температура полка также сильно зависит от сорта дерева. Например, на сосновые лавки и без всякого лака уже при температуре 90°C без простыни не сядешь. А вот липовые доски при той же температуре никаких подстилок не требуют.

П. Данилов

Срок годности — дело серьезное

Год назад подруга подарила мне дорогой крем с липосомами. Я долго берегла его «до особого случая», а когда наконец решила себя побаловать, обнаружила, что у него истек срок годности. Можно ли им пользоваться?

И. Суханова, Рязань

Согласно одной из самых распространенных теорий, кожа стареет во многом по вине свободных радикалов (подробнее см. «Химию и жизнь—XXI век», 1999, №1). Они-то и содержатся в просроченном креме. Дело в том, что оболочки липосом в кремах образованы липидами, которые, к сожалению, очень неустойчивы и легко окисляются с образованием пероксидов. А пероксиды запускают целый каскад свободнорадикальных реакций. Именно поэтому в рецептуру крема вводят антиоксиданты. Но со временем окисляются не только липиды, но и сами антиоксиданты (этот срок и указан на коробочке). Поэтому даже самая качественная и дорогая косметика портится. Вывод очевиден, хотя и неутешителен, — просро-

ченными кремами пользоваться нельзя. Они не только не помогут, но повредят вашей коже.

О. Рындина

Самогреющиеся стельки

Слышал, что в продаже бывают самогреющиеся стельки. Из чего их делают, не вредны ли они и можно ли такие стельки носить в резиновых сапогах?

В. Щенников, Подольск

Самогреющиеся стельки выпускает АО «Катализатор» в Новосибирске по лицензии Института катализа СО РАН — так что за обычной вещью стоит большая каталитическая наука. Внутри матерчатых простеганных стелек, внешне совершенно обычных, упакован прочный и очень пористый кремнезем (Al_2O_3), предварительно пропитанный раствором $CaCl_2$ и высушенный. Такой сорбент очень хорошо поглощает влагу, которая всегда есть в обуви. При абсорбции влаги выделяется тепло, причем разогрев гарантирован в течение восьми часов.

Особенно хороши такие стельки для обуви, сделанной из синтетических материалов — ведь в ней нога «не дышит» и больше потеет. Поэтому их можно вкладывать не только в зимнюю обувь (включая горнолыжные ботинки), но и в резиновые сапоги. Вернуть стельки в рабочее состояние просто — достаточно положить их на ночь на батарею, чтобы они хорошенько просушились. Понятно, что они безопасны и безвредны, да и выглядят гораздо приличнее женских гигиенических прокладок, которые многие приспособились использовать в качестве стелек.

Слаще сахара

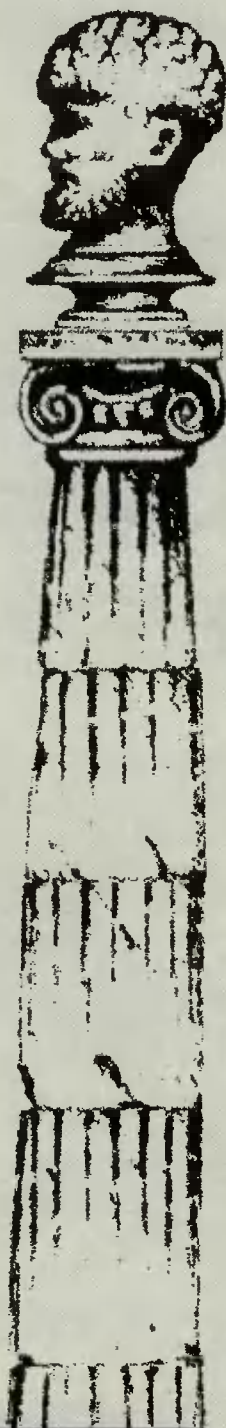
Видела в магазине странный сахар. На этикетке написано, что он в три раза слаще обычного и что с ним даже можно варить варенье и джемы. Что это такое?

С. Малова, Москва

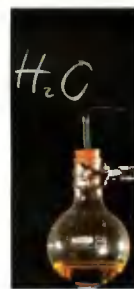
Суперсладкий сахар — это обычный сахар, в который добавили 0,4% сахарина. Этот подсластитель почти в 500 раз слаще сахарозы и практически не усваивается нашим организмом (подробнее см. «Химию и жизнь—XXI век», 1997, № 12). В результате в чай вместо трех ложек обычного сахара можно положить одну суперсладкую. Вместе с тем нет специфического привкуса, который дают практически все чистые сахарозаменители, из-за чего многие их недолюбливают.

Такой сахар, конечно, можно использовать при варке варенья, но дело в том, что обычный сахар в варенье работает еще и как консервант. Если положить его в три раза меньше, то вкусно-то будет, но такой продукт, скорее всего, долго не простоят. Впрочем, варенье и банку можно простерилизовать, хранить ее в холодильнике или добавить консервант — сорбиновую кислоту. Правда, самый верный способ — побыстрее съесть варенье, пока в нем не потерялся остаток витаминов. А вот для компотов такой суперсладкий сахар подойдет вполне, так как банки с компотами всегда стерилизуют.

Б. Лагутина



И.Ю.Белавин,
кандидат химических наук,
доцент кафедры общей
и биорганической химии



Экзаменационные задачи из Российского государственного медицинского университета

Задача 1

К 104,3 г кристаллогидрата соли, состоящей из трех элементов, добавили некоторое количество концентрированной серной кислоты и нагрели до 300°C, после чего осталось 98,1 г твердого вещества, содержащего по массе 28,98% сульфата натрия, 40,1% исходной безводной соли и оксид элемента (III), в котором массовая доля элемента составляет 68,42%. После приведения газопаровой смеси, выделившейся при нагревании, к н.у. осталось 6,72 л газа с плотностью 1,428 г/л. Определите формулу кристаллогидрата.

Решение

1) Определяем, какой газ образовался в результате реакции и каково его количество:

$M(\text{газа}) = \rho(\text{н.у.}) \cdot 22,4 = 1,428 \cdot 22,4 = 32 \text{ г/моль}$. Это кислород в количестве $\nu(\text{O}_2) = V(\text{O}_2)/22,4 = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ моль}$.

Судя по продуктам реакции, соль содержала неизвестный элемент, натрий и кислород.

2) Определяем, какой элемент содержался в исходной соли:

формула оксида $\text{Э}_2\text{O}_3$; массовая доля $\omega(\text{O в оксиде}) = 1 - 0,6842 = 0,3158$. Из формулы оксида следует, что в одном моле оксида содержится 3 моля кислорода — $3 \cdot 16 = 48 \text{ г}$. $M(\text{Э}_2\text{O}_3) = m(\text{O в одном моле оксида})/\omega(\text{O в оксиде}) = 48/0,3158 = 152 \text{ г/моль}$; $M(\text{Э}) = (152 - 48)/2 = 52$; элемент — Cr. Значит, в реакцию вступила соль $\text{Na}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$.

3) Запишем схему реакции:

$\text{Na}_x\text{Cr}_y\text{O}_z \cdot n(\text{H}_2\text{O}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + (\text{Na}_x\text{Cr}_y\text{O}_z)$.

4) Определяем массы веществ в твердом остатке:

Школьный клуб

Художник Н. Рысс



Готовьтесь к вступительным экзаменам



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{твердого остатка}) \times \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 98,1 \cdot 0,2898 = 28,43 \text{ г};$
 $m(\text{не прореагировавшей соли}) =$
 $= m(\text{твердого остатка}) \cdot \omega(\text{не прореагировавшей соли}) = 98,1 \cdot 0,401 = 39,34 \text{ г};$
 $m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = m(\text{твердого остатка}) -$
 $- m(\text{Na}_2\text{SO}_4) - m(\text{не прореагировавшей соли}) = 98,1 - 28,43 - 39,34 = 30,33 \text{ г}.$

5) Определяем количества веществ натрия и хрома в прореагировавшей соли:

$v(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 30,33/152 = 0,2 \text{ моль};$
 $v(\text{Cr}) = 0,4 \text{ моль};$
 $v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 28,43/142 = 0,2 \text{ моль};$
 $v(\text{Na}) = 0,4 \text{ моль}.$

6) Определяем массу воды, выделившейся в результате реакции:

$m(\text{выделившейся воды}) =$
 $= m\{\text{Na}_x\text{Cr}_y\text{O}_z \cdot n(\text{H}_2\text{O})\} + m(\text{H}_2\text{SO}_4) -$
 $- m(\text{твердого вещества}) - m(\text{газа});$
 $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4);$
 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 98 = 19,6 \text{ г};$
 $m(\text{O}_2) = V \cdot \rho = 6,72 \cdot 1,428 = 9,6 \text{ г};$
 $m(\text{выделившейся воды}) = 104,3 +$
 $+ 19,6 - 98,1 - 9,6 = 16,2 \text{ г}.$

7) Определяем массу и количество вещества кристаллизационной воды в исходном кристаллогидрате:

0,2 моль воды образовалось из H_2SO_4 , следовательно, $m(\text{кристаллизационной воды}) = 16,2 - 0,2 \cdot 18 = 12,6 \text{ г};$
 $v(\text{кристаллизационной воды}) = 12,6/18 = 0,7 \text{ моль}.$

8) Определяем массу и количество вещества кислорода, содержащегося в прореагировавшей безводной соли:

$m(\text{исходной безводной соли}) =$
 $m(\text{кристаллогидрата}) - m(\text{кристаллизационной воды}) = 104,3 - 12,6 = 91,7 \text{ г};$
 $m(\text{безводной соли, вступившей в реакцию}) = m(\text{исходной безводной соли}) -$
 $- m(\text{не прореагировавшей соли}) = 91,7 - 39,34 = 52,36 \text{ г};$

$m(\text{O в прореагировавшей безводной соли}) = m(\text{безводной соли, вступившей в реакцию}) - m(\text{Na}) - m(\text{Cr}) =$
 $= 52,36 - 0,4 \cdot 23 - 0,4 \cdot 52 = 22,36 \text{ г}; v(\text{O}) =$
 $= 22,36/16 = 1,4 \text{ моль}.$

9) Определяем формулу безводной соли:

$x:y:z = v(\text{Na}):v(\text{Cr}):v(\text{O}) = 0,4:0,4:1,4 =$
 $= 2:2:7. \text{ Формула соли } \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7.$

10) Определяем формулу кристаллогидрата:

$M(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 262 \text{ г/моль}; v(\text{исходной безводной соли}) = 91,7/262 = 0,35 \text{ моль};$
 $n = v(\text{кристаллизационной воды}) /$
 $/v(\text{исходной безводной соли}) = 0,7/0,35 = 2.$

Ответ: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}.$

Задача 2

Образец двухцепочечной ДНК сожгли в избытке кислорода и получили газовую смесь, содержащую по объему 46,97 % оксида углерода (IV) и 9,125 % азота. Определите соотношение числа остатков аденина и гуанина, входящих в состав этой ДНК, если известно, что обе цепи имеют одинаковую длину и все азотистые основания строго комплементарны.

Решение

В молекуле ДНК тимин комплементарен аденину, а цитозин — гуанину, следовательно, число остатков тимина ($\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$) равно числу остатков аденина ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5$), а число остатков цитозина ($\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$) — числу остатков гуанина ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5\text{O}$).

На одну комплементарную пару приходится два остатка дезоксирибозы ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$) (по одному в каждой цепи). Один комплементарный фрагмент с аденином и тиминном содержит 20 атомов углерода и 7 атомов азота, а один комплементарный фрагмент с гуанином и цитозином — 19 атомов углерода и 8 атомов азота.

Пусть количество вещества фрагментов, содержащих аденин и тимин, в сожженном веществе равно x моль, а число фрагментов, содержащих гуанин и цитозин, равно y моль.

$(\text{-рибоза-тимин...аденин-рибоза-}) +$
 $20x \quad 3,5x$
 $+ \text{O}_2 \rightarrow 20\text{CO}_2 + 3,5\text{N}_2$

у

$(\text{-рибоза-цитозин...гуанин-рибоза-}) +$
 $19y \quad 4y$
 $+ \text{O}_2 \rightarrow 19\text{CO}_2 + 4\text{N}_2$

Общее количество образовавшегося CO_2 составило $20x + 19y$ моль, общее количество образовавшегося азота — $3,5x + 4y$ моль.

Для газов объемные доли (ϕ) равны их молярным долям (χ) в смеси.

Тогда $\chi(\text{CO}_2) = 0,4697$;

$\chi(\text{N}_2) = 0,09125.$

Пусть суммарное количество веществ в газовой смеси, образовавшейся после сжигания, равно z , тогда $v(\text{CO}_2) = \chi(\text{CO}_2) \cdot z = 0,4697z$ и $v(\text{N}_2) = \chi(\text{N}_2) \cdot z = 0,09125z.$

Составляем систему уравнений и выражаем x и y через z :

$20x + 19y = 0,4697z \quad x = 0,01074z$

$3,5x + 4y = 0,09125z \quad y = 0,01342z.$

Находим соотношение между x и y :

$x:y = 0,01074z/0,01342z = 0,8:1.$

Ответ: $N(\text{остатков аденина})$:

$N(\text{остатков гуанина}) = 0,8:1.$

Задача 3

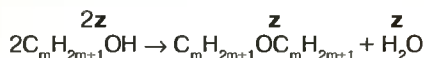
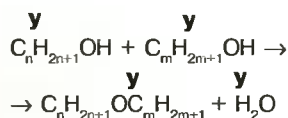
В результате нагревания 50,9 г смеси двух одноатомных первичных предельных спиртов с кислотным катализатором было получено 41,9 г смеси трех веществ одного гомологического ряда в молярном соотношении 1:1,5:2,5 в порядке убывания молярной массы. Определите формулы исходных спиртов, если известно, что их молярные массы соотносятся как 1:1,304. Общий выход продуктов считать 100%.

Решение

При нагревании спиртов с серной кислотой образуются либо алкены, либо простые эфиры. Из двух первичных спиртов могут образоваться только два алкена, а простых эфиров может образоваться три — два симметричных и один смешанный.

1) Пусть формула одного спирта $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$, а другого $\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}$ и пусть $n > m$.

Запишем уравнения реакций образования простых эфиров и обозначим их количества x , y и z в порядке убывания их молярных масс:



2) Определяем состав образовавшейся смеси простых эфиров.

Масса выделившейся в результате реакций воды равна разности между массами исходных спиртов и образовавшихся простых эфиров: $m(\text{H}_2\text{O}) = 50,9 - 41,9 = 9$ г.

Тогда $n(\text{H}_2\text{O}) = 9/18 = 0,5$ моль.

Согласно уравнениям реакций, количество вещества простых эфиров равно количеству вещества выделившейся воды. Составляем систему уравнений и находим x , y и z .

$$\begin{aligned} x + y + z &= 0,5 & x &= 0,1 \\ y &= 1,5x & y &= 0,15 \\ z &= 2,5x & z &= 0,25 \end{aligned}$$

3) Определяем количества исходных спиртов и их молярные массы:

$$\begin{aligned} v(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) &= 2x + y = 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ моль;} \\ v(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}) &= y + 2z = 0,15 + 0,5 = 0,65 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Составляем систему уравнений и решаем ее:

$$0,35 \cdot M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) + 0,65 \cdot M(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}) = 50,9;$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 46 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 1,304 \cdot M(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH});$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 1,304 \cdot 46 = 60 \text{ г/моль.}$$

4) Определяем n и m :

$$12n + 2n + 1 + 17 = 60;$$

$$14n = 42; n = 3.$$

$$12m + 2m + 1 + 17 = 46;$$

$$14m = 28; m = 2.$$

Ответ: Этанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) и пропанол-1 (



Вступительные экзамены по химии в МГУ им. М.В.Ломоносова

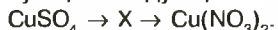
Н.Е.Кузьменко,
профессор, замдекана
химического
факультета МГУ
В.В.Еремин,
доцент химического
факультета МГУ

Письменный экзамен по химии в МГУ проводят на пяти факультетах: химическом, биологическом, медицинском, почвенном и в Колледже наук о материалах. Билеты составляют по программе для поступающих в МГУ, которая опубликована в справочнике «Московский университет». В билетах обычно 7 задач по органической и неорганической химии (примерно поровну). Тексты всех задач на прошлогодних экзаменах можно найти в вышеупомянутом справочнике и в книге Н.Е.Кузьменко, В.В.Еремина «2400 задач по химии» (М.: Дрофа, 1999).

В этой заметке мы познакомим вас с несколькими принципиально новыми типами задач с экзаменов прошлого года на разных факультетах МГУ.

Задача 1. Неорганическая цепочка (биологический факультет)

Напишите уравнения реакций, соответствующую следующей схеме:



Рассмотрите три случая:

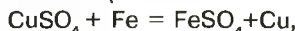
1) обе реакции — окислительно-восстановительные;

2) окислительно-восстановительной является только первая реакция;

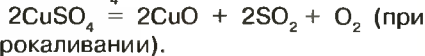
3) окислительно-восстановительной является только вторая реакция.

Решение

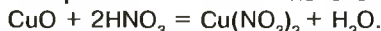
1) Если в качестве промежуточного вещества X выбрать Cu, то обе реакции будут окислительно-восстановительными ($\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{+2}$):



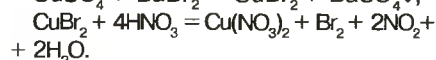
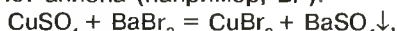
2) По условию, во второй реакции степень окисления меди не изменяется, следовательно, она не изменяется и в первой реакции, так что первая реакция может быть окислительно-восстановительной только за счет аниона SO_4^{2-} :



Полученный основной оксид CuO растворяется в азотной кислоте:



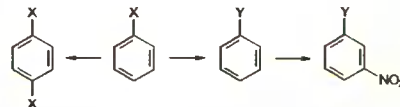
3) По условию, в первой реакции степень окисления меди не изменяется, следовательно, она не изменяется и во второй реакции. Поэтому вторая реакция может быть окислительно-восстановительной только за счет аниона (например, Br^-):



Ответ. 1) X — Cu; 2) X — CuO; 3) X — CuBr_2 .

Задача 2. Органическая цепочка (химический факультет)

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:

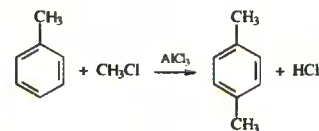


Определите функциональные группы X и Y. Укажите условия протекания всех реакций.

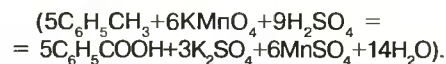
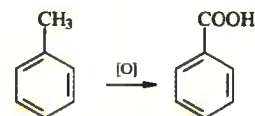
Решение

Из схемы превращений видно, что X — ориентант 1-го рода (*орто*-, *пара*-), а Y — 2-го рода (*мета*-), причем X может превращаться в Y. Этим условиям удовлетворяют X — CH_3 , Y — COOH . Докажем наше предположение.

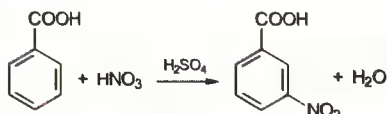
1) Толуол алкилируется в *пара*-положение (параллельно в *орто*-) под действием метилхлорида (реакция Фриделя—Крафтса):



2) Метильная группа толуола превращается в карбоксильную под действием перманганата калия:



3) Бензойная кислота нитруется в *мета*-положение под действием нитрующей смеси:



Ответ. X — CH₃, Y — COOH.

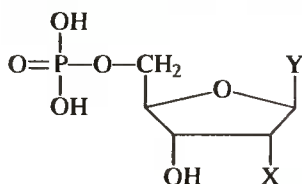
Задача 3.

Органическая «угадайка» (факультет фундаментальной медицины)

Продукты ферментативного гидролиза клеточной ткани содержат соединение А, водный раствор которого при взаимодействии с оксидом свинца (II) образует соединение В с молекулярной формулой PbC₁₀H₁₂N₅O₈P. Напишите структурные формулы соединений А и В.

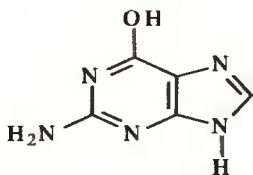
Решение

Соединение А — нуклеотид, общая формула которого:



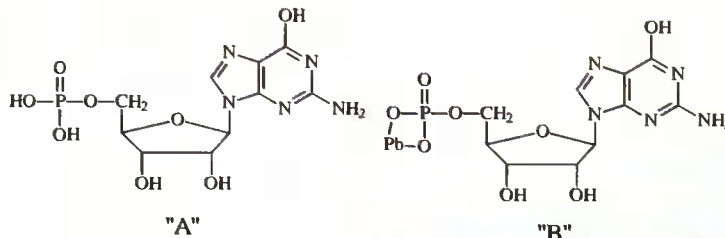
где X — H (для дезоксирибонуклеотидов) или OH (для рибонуклеотидов), Y — остаток азотистого основания. Вещество А имеет молекулярную формулу C₁₀H₁₄N₅O₈P, так как два атома водорода в остатке фосфорной кислоты могут замещаться на двухвалентный атом свинца, давая соединение В состава PbC₁₀H₁₂N₅O₈P.

Согласно молекулярной формуле, в состав основания Y входят пять атомов азота, пять атомов углерода (другие пять атомов входят в состав остатка углевода) и один или два атома кислорода. Единственное основание, удовлетворяющее этим требованиям, — гуанин:



Поскольку в состав нуклеотида входят восемь атомов кислорода, а в состав остатков фосфорной кислоты и основания — пять, то остаток углевода должен содержать три атома кислорода, то есть — X = OH, углевод — рибоза.

Искомый нуклеотид (вещество А) построен из остатков рибозы и гуанина и носит название гуанозинфосфат; вещество В — его свинцовая соль:



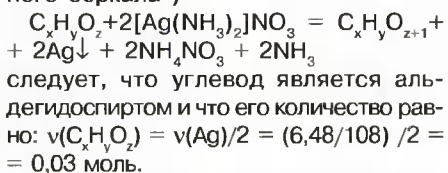
Ответ. А — гуанозинфосфат

Задача 4. Трудная расчетная задача на установление структуры соединения (биологический факультет)

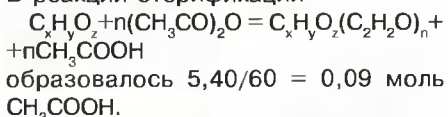
При реакции образца углевода с избытком уксусного ангидрида в пиридине образовалось 7,80 г сложного эфира и 5,40 г уксусной кислоты. Такой же образец углевода обработали избытком нитрата серебра в аммиачном растворе и получили 6,48 г осадка. Установите молекулярную формулу углевода и напишите его возможные структуры в линейной и пиранозной формах.

Решение

Из реакции с аммиачным раствором нитрата серебра (реакции «серебряного зеркала»)

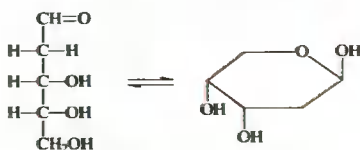


Пусть молекула углевода содержала n гидроксильных групп. Под действием избытка уксусного ангидрида все эти группы превращаются в сложноэфирные группы: $n\text{OH} \rightarrow n\text{OOCCH}_3$. В реакции этерификации



Это означает, что $n = 0,09/0,03 = 3$, т.е. углевод содержит три гидроксильные группы.

Молярная масса сложного эфира равна: $M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z(\text{C}_2\text{H}_3\text{O})_n) = 7,80/0,03 = 260$ г/моль, откуда $M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 260 - 34n(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}) = 134$ г/моль. Этот углевод — дезоксирибоза, C₅H₁₀O₄. Возможные структурные формулы:



(обратите внимание, что цикл содержит **шесть** атомов).

Ответ. C₅H₁₀O₄.

Задача 5. Теоретическая (химический факультет)

Энергия активации некоторой реакции в два раза больше, чем энергия активации другой реакции. При нагревании от T_1 до T_2 константа скорости первой реакции увеличилась в a раз. Во сколько раз увеличилась константа скорости второй реакции при нагревании от T_1 до T_2 ?

Решение задачи основано на использовании уравнения Аррениуса, описывающего температурную зависимость константы скорости химической реакции:

$$k(T) = A \exp\left[-\frac{E_A}{RT}\right],$$

где A — константа, не зависящая от температуры, E_A — энергия активации (также не зависит от температуры), R — газовая постоянная.

Из этого уравнения можно найти отношение констант скорости каждой реакции при двух температурах. Для первой реакции:

$$\frac{k_2}{k_1} = \exp\left[\frac{E_A}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right] = a$$

Для второй реакции $E_A' = E_A/2$, следовательно:

$$\frac{k_2}{k_1} = \exp\left[\frac{E_A}{2R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right] = a^{1/2}$$

Константа скорости второй реакции увеличилась в $a^{1/2}$ раз.

Ответ: $a^{1/2}$.

В заключение два слова о том, что ожидает вас в этом году. Как и в прошлые годы, прием на химический факультет МГУ будет проводиться дважды: 1) по результатам химико-математической олимпиады «Абитуриент МГУ — 99», которая завершается экзаменами по химии и математике в мае 1999 г.; 2) по результатам вступительных экзаменов в июле 1999 г. (прием документов 20–30 июня). Условия проведения олимпиады и вступительных экзаменов можно узнать по тел.: (095) 939-26-66.

Желаем успеха и надеемся встретиться с вами на химическом факультете!

В наше время о Пушкине известно если не все, то многое. А тогда — скажем, лет сто пятьдесят назад? Тогда предельно точную оценку своему великому другу дал всегда предельно точный И.И. Пущин: «Характеристическая черта гения Пушкина — разнообразие... и потому простор и свобода, для всякого человека бесценные, для него были сверх того могущественнейшими вдохновителями».

Ничто так не характеризует интеллект творца, как его дневники, записки, письма. Ибо за всем этим — он сам, а не его литературные персонажи. И поэтому давайте вспомним кое-что «из Александра Сергеевича» — малую толику мыслей, высказанных им вслух. Как он сам вложил в уста своего Моцарта: «И в голову пришли мне две, три мысли...»

«И в голову пришли мне две, три мысли...»

**Александр
Сергеевич
Пушкин**

Тонкость не доказывает еще ума. Глупцы и даже сумасшедшие бывают удивительно тонки. Прибавить можно, что тонкость редко соединяется с гением, обыкновенно простодушным, и с великим характером, всегда откровенным.

Время изменяет человека как в физическом, так и в духовном отношении. Муж, со вздохом или с улыбкою, отвергает мечты, волновавшие юношу. Моложавые мысли, как и молодавое лицо, всегда имеет что-то странное и смешное. Глупец один не изменяется, ибо время не приносит ему развития, а опыты для него не существуют.

Умен в комедии сам Грибоедов, а Чацкий совсем не умный человек — все, что говорит он, очень умно, но кому говорит он все это?.. Первый признак умного человека — с первого взгляда знать, с кем имеешь дело, и не метать бисера перед Репетиловыми и тому подобными>.

Наши так называемые ученые принуждены заменять существенные достоинства изворотами более или менее удачными... Такие средства не подвигают науку ни на шаг, поселяют жалкий дух

сомнения и отрицания в умах незрелых и слабых, и печалат людей истинно ученых и здравомыслящих.

Россия вошла в Европу, как спущенный корабль, — при стуке топора и громе пушек... Петр не успел довершить многое, начатое им... Он бросил на словесность взор рассеянный, но проницательный.

Петр I не страшился народной свободы, неминуемого следствия просвещения, ибо доверял своему могуществу и презирал человечество, может быть, более, чем Наполеон.

Гордиться славою своих предков не только можно, но и должно; не уважать оной есть постыдное малодушие... Бескорыстная мысль, что внуки будут уважены за имя, нами им переданное, не есть ли благороднейшая надежда человеческого сердца?

Устойчивость режима — первое условие народного счастья. Как согласовать ее с возможностью бесконечного совершенствования?

— Что такое свобода?

— Свобода есть возможность поступать по своей воле.

— Следовательно, свободы нет нигде, ибо везде есть или

законы, или естественные препятствия.

— Так, но разница: покоряться предписанным нами самими законам или повиноваться чужой воле.

В воскресенье на бале, в концертной, государь долго со мной разговаривал; он говорит очень хорошо, не смешивая обоих языков, не делая обыкновенных ошибок и употребляя настоящие выражения.

Дельвиг звал однажды Рылеева к девкам. «Я женат», — отвечал Рылеев. «Так что же, — сказал Дельвиг, — ты не можешь отобедать в ресторации только потому, что у тебя дома есть кухня?»

Вообще несчастье жизни семейной есть отличительная черта во нравах русского народа.

Из писем к А.П. Керн

Как можно быть вашим мужем? Этого я так же не могу вообразить, как не могу вообразить рая.

Боже мой, я не собираюсь читать вам нравоучения, но все же следует уважать мужа, — иначе никто не захочет состоять в мужьях.

Любовь к друзьям — по-русски дружба, не свойство, а страсть разве.

Переводчики — почтовые лошади просвещения.

Или воспоминанье — самая сильная способность души нашей?

У нас очень дождик шумит, ветер шумит, лес шумит, шумно, а скучно!

Есть какое-то поэтическое наслаждение возвратиться вольным в покинутую тюрьму.

Черт меня догадал бредить о счастье, как будто я для него создан. Должно было мне довольствоваться независимостью...

Определяйте значения слов и вы избавите свет от пошлости и вины его заблуждений.

Мое семейство умножается, растет, шумит около меня. Теперь, кажется, и на жизнь нечего роптать, и старости нечего бояться. Холостяку в свете скучно: ему досадно видеть новые, молодые поколения; один отец семейства смотрит без зависти на молодость, его окружающую.

Между тем как понятия труды, открытия великих представителей старинной астрономии, физики, медицины и философии состарились и каждый день заменяются другими — произведения истинных поэтов остаются свежи и вечно юны.

Нет убедительности в поношениях, и нет истины, где нет любви.

Пушкинские страницы

«Химии и жизни — XXI век»



К 200-летию А.С.Пушкина

Борис Горзев

Болдино, 1830 год

Участь моя решена. Я женюсь...
А.С.ПУШКИН

30-й год. Холерные посты.
В Москве невеста, будущая теща.
Все то же самое: уж отряхает роща
с нагих ветвей последние листья.

Вороний грай. Тумана пелена.
Обжитый дом, а будто одиночка.
Стихи, поэмы... Лишь вот эта строчка:
что женится... и участь решена...

Кто виноват: он сам? или жена?
иль зтот снег, лежащийся на озимь?
Еще светлеет болдинская осень,
а участь — уж известно — решена.

Еще семь лет: семья, дуэль, долги,
цензура, царь, сужденья пустослова,
незавершенная «История Петрова»,
но боли завершённые круги...

Вот так в любви, чьи помыслы чисты,
к свой судьбе летишь, пред тем намучась,
и принимаешь собственную участь —
хоть трижды ставь холерные посты!

**Александр
Городницкий**

Урок литературы

Он заплатил за нелюбовь Натальи...
Д.САМОЙЛОВ

В прошлое заглядывая хмуро,
вспомню, забывая про дела,
педагога, что литературу
в нашем классе некогда вела.
В свой предмет, которому учила,
влюблена всегда она была
и по зтой, видимо, причине
спутника по жизни не нашла.
Внешним видом занималась мало,
на уроках куталась в пальто
и меня от прочих отличала,
сам уже не ведаю за что.

Но судьба любимчиков капризна
и в итоге неизменна зла.
«Пушкин однолюбом был по жизни», —
как-то раз она произнесла.
«Пушкин был по жизни однолюбом?» —
И, примерный прежде ученик,
засмеялся громко я и грубо,
ибо знал наверное из книг
(Вульфа, Вересаева и прочих,
их прочтя с прилежностью большой),
что не так уж был и непорочен
африканец с русской душой.
Помнится имевшая огласку
в дневнике михайловском строка:
«Я надеюсь все же, что на Пасху...» —
далее по тексту дневника...
Гнев ее внезапный был прекрасен,
голос по-девически высок:
«Городницкий, встаньте,
вон из класса!
Двойка за сегодняшний урок!»
И, еще ушам своим не веря,
получивший яростный отлуп,
снова я услышал возле двери:
«Пушкин был по жизни однолюб.
Женщин на пути его не мало,
но любовь всегда была одна.
В том, что не нашел он идеала,
не его, наверное, вина...»

Мне ее слова понятней стали
через пятьдесят с лишвою лет.
Замечаю новые детали,
наблюдая пушкинский портрет:
горькие трагические губы,
сединою тронутая бровь.

Навсегда остался однолюбом,
жизнь свою отдавший за любовь.

Вадим Егоров

Тени на Мойке

Возле пушкинского дома, что на Мойке,
где уже на парапете снег белеет,
птицы стихли и прохожие умолкли,
и молчат себе, и прах его лелеют.

Экскурсанты даже дышат втихомолку,
еле слышные вопросы задавая,
а по пушкинскому дому, что на Мойке,
ходят тени и живых не задевают.

Ходят тени, стонут тени, плачут тени...
Им, теням, от этой боли нету мочи.
И скупые о здоровье бюллетени
тень Жуковского вывешивает молча.

Не чинов во имя и не ради денег,
от бессилия на Господа пеняя,
докторов его беспомощные тени
все снуют вокруг него и лед меняют.

Та, которой был сражен и очарован,
та, с которой невесомы все тенета,
тень Натальи Николаовны Гончаровой
на кушеточке лежит у кабинета.

И какая б его боль ни обуяла,
чтоб ни грезилось ему
в предсмертной дали,
умирающий укрыт, как одеялом,
сухопарой и сутулой тенью Дая.

Мукой пушкинской объята и ведома,
не снимая эту горькую осаду,
тень толпящихся у пушкинского дома
полтора столетия мерзнет у фасада.

И, забрызганная пушкинской кровью,
света пушкинских окон не омрачая,
николаевская тень лежит на кровле.
Но ее уже никто не замечает.

**Романс по пути
на Черную речку**

Перекрести меня, Наталья!
Еще не явь, уже не тайна,
что наши скрещены пути.
Легла дорога на дорогу...
Надолго ли — известно Богу,
а наш удел — по ней идти.

И нам загадывать не надо,
куда она — к вратам ли ада
или к заоблачным вратам.
Какая разница, ей-богу!
Ведь главное — обрести дорогу
и до ворот дойти. А там

поймем, уже не так ретивы,
что бытие неотвратимо
свои вращает жернова,
и нам скрипят они, Наталья,
что жизнь — она всегда летальна,
а смерть — она всегда жива.

Я

совершил подвиг.
Вернее, я совершаю
его ежечасно и ежеминутно.

Мой подвиг выражается в том, что день за днем я не делаю ничего. Пью отвратительную воду, ем разведенный этой водой супчик из сублимированной курятины или из сублимированных креветок. Бреюсь электробритвой и играю сам с собой в шахматы. А чаще всего пью спирт, которого здесь очень много. Мне за всю жизнь его, конечно, не выпить.

Хорошо, что здесь есть электробритва: можно бриться и при этом не смотреть в зеркало. Я ужасно злюсь, когда случайно вижу в зеркале свое испитое лицо с отеками под глазами и брылями как у бульдога и вспоминаю, что мне сорок два года. Мне тысяча сорок два года!

День за днем я смотрю телевизор, не понимая языка и смысла передач. Иногда вдруг появляются цвет и звук, и несколько минут подряд я вижу красивых женщин с рыжими волосами, мужчин с греческим профилем и смеющихся детей. Они ведут разговоры на непонятном мне языке, иногда бродят среди цветов, входят в странные округлые здания. А потом все это исчезает. Настроить технику так, чтобы передача шла непрерывно, мне никак не удастся. Порой, очередной раз настраивая телевизор, я развлекаюсь мыслью, что раздвоенность изображения — не дефект, а лишь художественный прием. Просто у них такие представления о прекрасном. Впрочем, на самом деле я не знаю о них ничего.

Давным-давно, когда я был глупым мальчишкой и смотрел все боевики подряд, то предпочитал те из них, в которых герой спасает человечество. Потом я пошел в летное училище, потому что мечтал совершить свой собственный подвиг (и думаю, что вряд ли был в этом оригинален). В воображении смутно рисовались обломки горящего самолета, прижавшаяся ко мне пышногрудая блондинка в разорванной блузке и я сам, гордый и непреклонный, несмотря на кровь, сочащуюся из раны на левом плече.

Если бы я тогда знал, при каких обстоятельствах и как мне действительно придется проявить героизм, я бы, наверное, повесился. Впрочем, сейчас мне это в голову не приходит...

Я служил летчиком-испытателем до тридцати восьми лет, имел отличный послужной список и ни разу не был в бою. Получив предложение перейти в группу космонавтики, я понял: это мой последний шанс что-то совершить в жизни.

Через два месяца я уже числился летчиком-испытателем Института гражданской

Проклятие фараонов





Анна Баскакова

ФАНТАСТИКА

авиации и носил красивую черную форму с золотыми нашивками.

Институт формально занимался усовершенствованием гражданских самолетов, а на самом деле работал над созданием новых космических кораблей. Я был потрясен, когда нам показали их в первый раз, поскольку видел нечто подобное только в кино. Сказать, что новые корабли были прекрасны, — значит ничего не сказать. Обтекаемой формы капсула из сияющего голубого металла похожа на увеличенную в миллион раз каплю чистой воды. Внутренняя обшивка залита слоем прозрачного вещества, звенящего при ударе, как хрусталь. Один мой коллега, видимо кропавший на досуге стихи, заметил, что капсула воплощает идею стремительного полета. Называлась она совершенно по-дурацки — «Звезда» (у конструкторов, насколько я помню, с названиями всегда было туго).

— Перед вами, — гордо сказал пожилой коротышка, которого все звали инструктором, — миниатюрный космический корабль нового типа, предназначенный для отражения внешней агрессии. Позднее вы ознакомитесь с его устройством. Рассчитан на управление одним пилотом. Вопросы есть?

Наверное, вид корабля подействовал на меня чересчур сильно, оживив в памяти детские фантазии о космических сражениях. Все остальные молчали, а я, хоть и знал по опыту, что нет ничего хуже вопроса, заданного не вовремя, не удержался и спросил, что такое внешняя агрессия.

— Под внешней агрессией подразумевается агрессия инопланетян, — преспокойно объяснил инструктор.

У меня перехватило дыхание. Наконец-то появилась реальная возможность совершить подвиг, отдать свою жизнь и спасти Землю.

— Разве... разве они существуют? — пробормотал я.

— Ну, никаких реальных данных о внеземной жизни пока не имеется, но теоретически это возможно. Поэтому мы обязаны быть готовыми к тому, что инопланетяне вдруг появятся.

Я почувствовал разочарование и, что называется, полез в бутылку.

— А вдруг инопланетяне окажутся не агрессивными?

— А вдруг они окажутся очень даже агрессивными, а Земля будет совершенно безоружна? — парировал инструктор.

Тогда я в очередной раз поразился, на что только не уходят деньги налогоплательщиков, и решил больше об этом не думать. В конце концов, один из этих денежных ручейков тек в мой собственный карман...

Наутро нас собрали в демонстрационном зале. Инструктор притащил из вивария маленькую серую дворнягу и пообещал на ее примере показать надежность самой капсулы и ее системы жизнеобеспечения.

— Сейчас, — сказал он, отстегивая поводок и засовывая собаку в прозрачную модель корабля, похожую на круглый аквариум с металлическими трубками внутри, — сейчас вы увидите суть новейшей технологии. Как вам ясно, это абсолютно секретная информация. Итак, мы помещаем в капсулу



лу живое существо, герметизируем капсулу и заполняем ее неким газом.

Он нажал пульт дистанционного управления, стеклянный люк аквариума закрылся, и собака мгновенно замерла. Не свалилась, не сдохла, а именно замерла, будто превратилась в чучело.

— В таком состоянии, то есть в гиперсне, — торжествующе прокричал инструктор, — собака теоретически может находиться столетиями. Вам необязательно знать подробности, достаточно того, что все ее жизненные процессы приостановлены. Можно сказать, собака замерзла.

Отвратительное было зрелище — неподвижная лохматая собака с нелепо разинутой пастью. Больше всего это смахивало на заспиртованный экспонат.

В следующие несколько часов инструктор опускал аквариум с неподвижной собакой в кислоту, ставил его в жидкий азот, помещал в муфельную печь. Внутри аквариума ничего не менялось, и собака все так же тарасилась остановившимися глазами.

— А теперь, — инструктора просто распирало от гордости, — когда вы видели возможности разработанной нами стекловидной оболочки, я продемонстрирую свойства газа, который ее заполняет. Сейчас я откачаю газ, автоматически будет подан кислород, и подопытное животное вернется к жизни.

Он откачал газ — собака мгновенно зашевелилась и принялась вертеться в аквариуме, ища выход. Не найдя его, она устроилась в углу, положив голову на лапы, и с невыносимой тоской в глазах стала смотреть сквозь стекло.

Занятие окончилось, но собака так и осталась в аквариуме. Заходя порой в демонстрационный зал, мы видели, как автоматический пищераздатчик выдает ей отвратительные коричневые лепешки и наливает в миску воды. Собака жадно все съедала, выпивала воду и тут же укладывалась в свой любимый угол. Экскременты проваливались сквозь сетку в полу и перерабатывались, кислород подавался автоматически, а сквозь стеклянную стену собака видела окружающий мир, то есть нас и инструктора, произносившего очередной спич в честь современной науки. Шерсть у нее облезала с каждым днем, а глаза постепенно тускнели. Через одиннадцать дней аквариум убрали, а от уборщика мы узнали, что он нашел собаку дохлой. Разумеется, начальство этот факт не афишировало.

Как раз в то утро, когда собака сдохла, нам наконец-то рассказали, в чем будет состоять наша работа. Я всегда отличался чрезмерно буйной фантазией, но тут просто ушам своим не поверил. Итак, капсулы, начиненные оружием, в том числе ядерным и бактериологическим, планировалось разместить в нескольких десятках стран. При этом летчики должны были погрузиться в гиперсон на пять лет. Идея состояла в следующем: разрозненную по всему миру, готовую к бою армаду будет практически невозможно уничтожить внезапной атакой из космоса. А в случае войны так: по команде из центра управления, который на всякий случай продублирован, сотни капсул мгновенно вылетают из подземных шахт и несутся к предполагаемой цели, то есть к кораблям противника, зависшим над родной планетой, а то и над какой-нибудь другой. Летчики находятся в гиперсне до последнего момента, не растрачивая запаса продовольствия и кислорода, а также избегая стресса от перегрузок; затем они одновременно просыпаются, получают инструктаж и начинают действовать.

— Какие вопросы? — мрачно спросил инструктор, поглядывая на меня с подозрением.

Я понял, что попал в разряд так называемых «умников», на которых любое начальство отыгрывается при первой возможности, и сказал на всякий случай, что вопросов не имею.

Зато у других их оказалась масса. Больше всего людей пугал не тот факт, что их заморозят, как бройлерных кур в пакетиках, а перспектива случайной разморозки или голодной смерти в случае поломки системы связи.

— Так я и думал, — сказал инструктор, — так и думал, что вы встревожитесь. Напрасно! Запаса сжиженного кислорода и еды в каждой капсуле хватит на несколько лет. Есть у нас и регенерационная система, и атомный источник энергии, и люминесцентное освещение. Более того, на случай приземления в зоне, оккупированной инопланетянами, или на чужой планете, имеющей кислород, мы предусмотрели фильтры, обеззараживающие кислород и воду. Сейчас вам будет продемонстрирован учебный фильм...

Тут я не выдержал и спросил, какие у них планы относительно наших полетов к чужой планете и зачем для войны с инопланетянами бактериологическое оружие.

— Да никаких планов! — взвился инструктор. — Конечно, все это вам не потребуется, вы спокойно проспите годик и заработаете кучу денег. Мы просто думаем о будущем. Что касается системы связи, там предусмотрен пятидесятикратный запас надежности. Думаете, стало бы правительство просто так разбрасываться кораблями?

И мы начали смотреть фильм, где при помощи отличной компьютерной графики нам показали уничтожение летающей тарелки.

Перспектива пять лет кряду проспать в морозилке никого не обрадовала. Думаю, всем припомнилась серая собачонка из демонстрационного зала. Правда, когда нам сообщили сумму гонорара, а также страховки, мы заколебались, ибо в других обстоятельствах заработать такие деньжищи всего за пять лет просто невозможно. В общем, сначала согласились самые отчаянные, а потом и все остальные. Но на душе у нас скребли кошки...

Потом мы подписали кучу бумаг — дополнительный контракт, завещание, страховки, отказ от претензий и клятву о неразглашении. Прошли еще один курс обучения, торчали по две недели в своих капсулах, полностью отрезанные от внешнего мира, и питались концентратами.

Чтобы не было скучно, я тайком протащил на борт кучу старых журналов и шахматы. Кто-то из моих предшественников поставил на бортовой компьютер игру в карты на раздевание, хотя вообще-то устанавливать подобные игрушки строго запрещено. Были у нас и телевизоры, однако их специально отключили с центрального пульта — очевидно, чтобы сделать наше заточение более мерзким. Тем не менее, повозившись с электроникой, я сумел включить свой телевизор и довольно неплохо проводил время. В общем обстановка смахивала на дешевую гостиницу в провинциальном городе, если не считать кучи приборов и огромных часов, показывавших текущее время, месяц, год, век и даже тысячелетие.

Но всему хорошему приходит конец, и в один прекрасный день меня и мой корабль доставили в пустыню, поместили в подземную шахту и велели приготовиться к выполнению за-



дания. Ребята пожелали мне ни пуха ни пера, я занял свое место в кресле, почувствовал на мгновение легкую дурноту и... и взглянул на бортовые часы.

Они показывали 2999 год. Я не поверил. Я решил, что часы испорчены, бросился к приборам, попытался связаться с центром управления — и не смог. Затем до меня дошло, что стены изменили свой цвет, превратившись из серебристых в угольно-черные. И лишь тогда я все понял.

Я проспал под землей тысячу лет, проспал вместе с бактериологическим и ядерным оружием, запасами куриного супа и развлекательными журналами. И случайно проснулся из-за какого-то сбоя системы.

Первое, что я сделал, — это хорошенько напился, благо наши ребята в самом начале технического инструктажа с радостью выяснили, что для охлаждения корабля при входе в атмосферу используется чистейший спирт. Помню, как, напившись, я долго таращился на фотографию Клаудии Шиффер, плакал и говорил, что мы с ней остались вдвоем и лишь она меня поймет. На следующий день я принялся изучать наркотики, находящиеся в бортовой аптечке. Этого добра было предостаточно, и я тут же начал использовать его по назначению. Способность нормально мыслить вернулась ко мне недели через две, и до меня вдруг дошло: в бортовом компьютере мог находиться вирус, занесенный моей игрушкой. Так оно и оказалось. Система связи не сработала в свое время именно из-за хорошенькой негритянки в желтом бикини, с которой я и мой предшественник резались в стрип-покер. Я не знал, почему обо мне забыли и что вообще произошло на планете за тысячу лет, но центральный пульт управления наверняка провалился в тартары, поэтому восстанавливать связь смысла не было. Тем не менее я решил этим заняться. Корабль находился под землей, обшивка из сверкающего металла сгнила (это я проверил первым делом), к тому же самостоятельный взлет без команды извне все равно предусмотрен не был. Остался лишь стеклянный аквариум, обеспечивающий полную герметичность. Я находился в положении той самой подопытной собаки, а вся разница — лишь в отсутствии любопытных зрителей.

Приборы, кроме системы связи, оставались целехонькими, я включил телевизор и впервые увидел на его экране те самые раздвоенные тени и короткие цветные обрывки передач, которые потом начал называть для простоты «рекламными вставками». Мир, появлявшийся в них, показался мне чужим и непонятным, но все же там были люди. Я выпустил зонд, и приборы показали, что за бортом есть кислород, поэтому теоретически в любой момент я мог открыть шлюзовую камеру и вылезти наружу. Если кислород там есть, а телепередачи идут, значит, можно попытаться пробраться к людям. Тут-то меня и пронзила мысль: а стоит ли?

Мне ясно представился какой-нибудь викинг (или кто там жил в десятом веке), пытающийся найти свое место в веке двадцатом. Что он смог бы делать? Торговать горячими со-

сисками или подметать улицу? И то вряд ли — для начала необходимо выучить язык.

Я стал раздумывать о том, что же делать, но в голову ничего не лезло. Тогда я собрал в стопку все журналы и лег с ними на койку, надеясь, что мои современники, от которых уже и костей наверняка не осталось, подадут мне какую-нибудь идею. Я читал о браках и разводах кинозвезд, о премьерах и выставках и все не мог поверить, что моего мира больше нет.

И тогда мне попала статья о Тутанхамоне. Он жил в четырнадцатом веке до нашей эры в Египте, был фараоном и умер совсем молодым. Его гробница, набитая золотом и всякими статуями, простояла неприкосновенной до девятнадцатого века — даже увядшие цветы на шее Тутанхамона сохранились. Один археолог по имени Картер нашел эту гробницу, вытащил из нее мумию и прославился на весь мир. После этого и сам Картер, и все члены его экспедиции умерли от неизвестной болезни, которую назвали «проклятие фараонов».

Тогда я впервые задумался о том, что я смогу принести людям, живущим сейчас? Бактериологическое оружие? Ядерные боеголовки? Возможно, все это у них есть, и вооружение моего корабля для них не опаснее, чем для меня — кремневое ружье. А может быть, у них вообще нет войн и наступил золотой век — кто его знает? Может быть, у меня в крови гуляют вирусы вроде гриппа или ветрянки, а для теперешних жителей Земли они смертельны. И я один могу вызвать пандемию. К тому же мне даже не объяснить им, кто я и откуда взялся. Но даже если они все поймут, то лучшее, на что я могу рассчитывать, так это на местечко в музее, а худшее — в какой-нибудь секретной лаборатории.

Я заснул и увидел себя в родном городе. Вновь, как тысячу лет назад, мчались автомобили и сияли витрины. Тутанхамон проснулся и шел в золотой маске по моей улице, неся людям имена забытых божеств и затаившиеся до поры древние болезни, развеивая по ветру семена увядших цветов. Золотая маска улыбалась, она гляделась совершенно чужеродной по отношению ко всему, что ее окружало, и этим была страшна. Я понял одно: только сумасшедший ученый может радоваться встрече с тем, кто проспал тысячу лет в гробнице...

Следующие два дня я опять читал журналы, пока наконец не наткнулся на длинную статью о буддийской религии. Автор статьи утверждал, что высшая мудрость — это недеяние. И тут до меня наконец дошло: все, что мне осталось в жизни, это подвиг недеяния. Я никогда не раскрою стеклянной дверь и никогда не полез наверх. Возможно, этим я спасу человечество. По крайней мере, вероятность такая есть.

Вот уже четыре года я читаю стопку старых журналов. Иногда для развлечения размышляю о самоубийстве, но каждый раз не решаюсь это сделать. Я выучил наизусть статью о недеянии и статью о Тутанхамоне, иногда режусь в покер со своей компьютерной подружкой, беспрестанно пью и всем этим совершаю подвиг, который тем выше, что никто и никогда не узнает о нем.

ВСЕ РЕКИ СОЛЮТСЯ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Старинный русский город Нижний Новгород, расположенный на слиянии великих рек — Оки и Волги, по праву называют «волжской столицей». Весной здесь соберутся экологи со всего мира на Международный экологический форум.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ № 579-р от 20 мая 1998 года Федеральный и региональные организационные комитеты, Администрация Нижегородской области, Российский национальный комитет содействия Программ ООН по окружающей среде (UNEP/COM), Комиссия Российской Федерации по делам ЮНЕСКО, Нижегородский Государственный архитектурно-строительный университет и ВАО «Нижегородская ярмарка» с **25 по 28 мая 1999 года** проводят Международный научно-промышленный форум «Великие реки—99» с ведущей темой «Экологическое оздоровление бассейнов великих рек: опыт и проблемы».

Форум включает в себя несколько мероприятий.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС, в рамках которого будут работать секции, семинары и симпозиумы по следующим темам: «Экономика и экология», «Рациональное использование и охрана природных ресурсов бассейнов великих рек», «Развитие человеческого потенциала», «Экологический мониторинг окружающей среды бассейнов великих рек», «Роль городов в оздоровлении экологической обстановки в бассейнах великих рек», «Экологическое страхование».



НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА представит экологически безопасные, ресурсосберегающие и малоотходные проекты, разработки, технологии, инновации, ноу-хау, оборудование, материалы и продукцию по следующим разделам: машиностроение, электроника и электротехника, топливно-энергетический комплекс, черная и цветная металлургия, химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность, строительство и строительные материалы, агропромышленный комплекс, здравоохранение и профилактика, экология и ресурсосбережение.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ:

- ☐ VII Международная выставка «Река»;
- ☒ V Международная выставка «Лесное хозяйство и деревообработка»;
- ☒ IV Международная выставка «Городское хозяйство и экосфера»;
- ☐ Федеральный российский проект «Возрождение Волги»;
- ☒ Международная выставка «Чистая вода»;
- ☒ Фестиваль телевизионных программ «Человек и река»;
- ☐ Культурологический проект;
- ☒ Художники и реки: искусство, коммуникация, экология;
- ☒ Медиа-выставка и симпозиум.

На форум в Нижний Новгород приглашены ведущие ученые, представители деловых кругов и общественных организаций. В работе Конгресса примет участие около 1000 человек.

Международные конференции и конгрессы по охране окружающей среды и устойчивому развитию начали проводиться несколько десятилетий назад. Первая крупная конференция состоялась в Стокгольме в июне 1972 года, затем последовала Венская встреча представителей государств-участников ОБСЕ (ноябрь 1976 г.). В мае-июне 1994 года сессия ООН приняла Законодательство о несудоходном использовании международных

вод (включая реки). В мае 1996 года в Пекине прошла Всемирная конференция по проблемам воды для крупных городов. В Марокко в марте 1997 года состоялся Всемирный форум по воде. Город Любляна (Словения) в июле 1997 года собрал Первую Международную конференцию по восстановлению окружающей среды. В октябре этого же года к 25-летию принятия Конгрессом США Акта о воде в Лонг-Бич прошла конференция по сохранению и защите запасов питьевых вод. И последняя акция — Международная конференция «Вода и устойчивое развитие» состоялась в марте 1998 года в Париже.

На международном форуме «Великие реки—99» будут в равной мере рассмотрены политические, социальные, экономические и экологические вопросы. Особое внимание отводится проблемам культуры, истории и сохранения культурного наследия бассейнов великих рек, которые занимают отдельное место в развитии цивилизации на Земле. Они, подобно живительным артериям, питают хозяйственную и социальную деятельность людей. От их экологического состояния зависит не только благополучие, но и сама жизнь человека на нашей планете.

**Дирекция
Международного конгресса
и выставки-ярмарки
«Экологическое оздоровление
бассейнов великих рек:
опыт и проблемы»
«ВЕЛИКИЕ РЕКИ—99»:**



ПО ВЫСТАВКЕ:

Россия, 603086, Нижний Новгород,
ул. Совнаркомовская, 13,
ВАО «Нижегородская ярмарка»

факс +007-8312/34-55-68, 34-56-65
e-mail: tatiana@yarmarka.ru
телефон +007 — 8312/34-55-95

All Russia Joint Stock Company
**НИЗНЕГОРОДСКАЯ
YARMARKA**

ПО КОНГРЕССУ:

Россия, 603600, Нижний Новгород,
ул. Ильинская, 65,
Научный секретариат Конгресса
ICEF'99

факс +007-8312/33-73-66
e-mail: rector@saace.nnov.su
телефон +007-8312/33-82-47



Всероссийское акционерное общество
**НИЗНЕГОРОДСКАЯ
ЯРМАРКА**



**117977 Москва,
ул. Косыгина 4,
ИХФ РАН НПКФ «Аквилон».**
**Телефоны (095)
935-03-33,
936-20-74,
936-43-50.**

Современное аналитическое и лабораторное оборудование



- ❖ Хроматографы жидкостные высокоэффективные и ионные (ВЭЖХ, ИХ) серии «Стайер» с кондуктометрическим и/или оптическим детектированием.
- ❖ Хроматографические колонки.
- ❖ Компьютеризированный полярографический комплекс ИВА-400-МК.
- ❖ Микропроцессорный иономер И-500.
- ❖ Иономеры и рН-метры.
- ❖ Ионоселективные электроды.
- ❖ Весы электронные (аналитические и технические).
- ❖ Кондуктометры.
- ❖ Кислородомеры.
- ❖ Термогигрометры.
- ❖ Фотоколориметры.
- ❖ Спектрометры.
- ❖ Муфельные печи и сушильные шкафы.
- ❖ Титраторы и пипет-дозаторы.
- ❖ Мебель лабораторная.
- ❖ Государственные стандартные образцы.
- ❖ Посуда и химреактивы.

**Установка и наладка приобретенного оборудования в вашей лаборатории.
Доставка железнодорожным и авиатранспортом.
Методическая поддержка аналитического оборудования.
Гарантия на все оборудование.**

В рамках Международного Форума Северных территорий

II Международная Выставка и Конференция

«АКВАТЕРРА»

9–12 ноября 1999 г.

Санкт-Петербург, Михайловский манеж

Организаторы выставки: Министерство природных ресурсов РФ, Межпарламентская Ассамблея стран-участниц СНГ, Межгосударственный экономический комитет, Государственный Комитет по строительству, архитектуре и жилищной политике, Государственный комитет по охране окружающей среды, Ассоциация экономического взаимодействия территорий «Северо-Запад», Российская Ассоциация водоснабжения и водоотведения, Правительства Санкт-Петербурга и Ленинградской области, ГУП «Водоканал СПб», Ассоциация водоканалов Северо-Запада «Балтвод», РОСНИИВХ, Выставочное объединение «Рестэк», британская выставочная компания GEM.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ:

- рациональное использование и охрана водных ресурсов;
- гидротехнические сооружения;
- водоподготовка: технологии, реагенты, фильтры, водоочистные устройства, контрольно-измерительная аппаратура;
- водоснабжение в промышленности, коммунальном и сельском хозяйстве;
- водоотведение промышленных, сельскохозяйственных и бытовых стоков;
- чистая вода в каждом доме (приборы доочистки воды);
- утилизация осадков сточных вод, извлечение полезных компонентов;
- разведка и добыча подземных вод;
- минеральные и питьевые воды, бутылирование;
- экологический мониторинг водных объектов, почв, воздушной среды;
- сохранение и защита земельных ресурсов;
- приборы, оборудование и системы контроля за загрязнением воздуха;
- техника и технологии сбора и утилизации промышленных и бытовых отходов;
- предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.

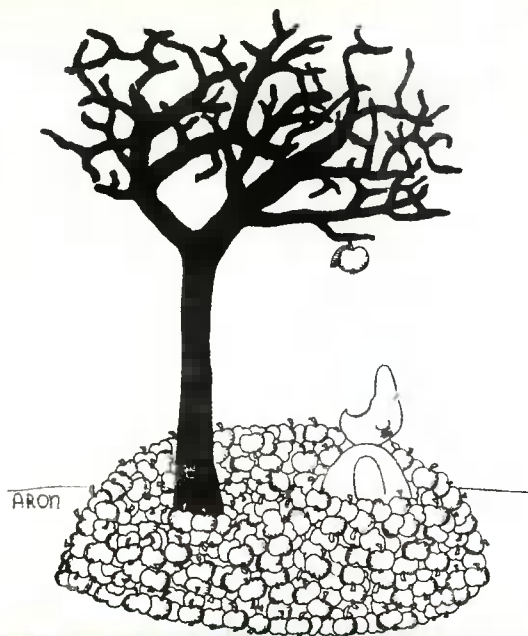


Адрес оргкомитета: 199004 Россия, Санкт-Петербург, а/я 215.

Телефон: (812) 321-79-52, 327-69-78, 328-91-18, 325-16-86, 325-16-87; факс: 321-30-24, 112-23-48.

E-mail: minerals@restec.sph.su. **Internet:** <http://www.restec.ru>

РЕСТЭК



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Начнем с ведра

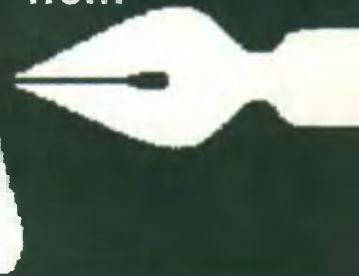
В городе Арзамасе Нижегородской области пустили завод по переработке пищевых отходов в удобрение. Как сообщила газета «АВЭ-инфо», он был построен в рамках Программы технического сотрудничества между администрацией Нижегородской области и правительством Нидерландов. Затея, признаться, рискованная — ведь надо приучить горожан складывать пищевые отходы в отдельный контейнер, иначе не будет сырья для завода.

Администрация Арзамаса рискнула и принялась активно пропагандировать раздельный сбор мусора. О том, зачем это нужно и как это делать, рассказывают в школах и детских садах, для пенсионеров организуют экскурсии на завод, раздают яркие буклеты и наклейки. Более того, Нидерландский консорциум «HASKONING-VAROM», разработчик этой технологии и поставщик оборудования, подарил каждой семье, участвующей в раздельном сборе мусора, ведро с крышкой. Эти красивые ведра с пищевыми отходами надо выносить в специальные голландские контейнеры, которые, в свою очередь, муниципальные власти отвезут на компостный завод. Остальной мусор, почти в половину меньше, чем раньше, поедет на свалку.

Технология переработки пищевых отходов достаточно проста: их компостируют три недели в специальных бетонных бункерах: первую неделю при 65–70 °C, вторую — при 55 °C, а потом на открытом воздухе. Получается высококачественный аэрированный компост, ценный для сельского хозяйства. Завод обслуживают всего 12 человек, а объем перерабатываемого мусора 5 тысяч м³ в год. Сейчас удастся собирать уже 3 тысячи м³. Если кризис арзамасцев не подкосит и они не станут меньше есть, то их город можно считать «продвинутым» в мусорной области.

Б. Лагутина

Пишут, что...



...такие журналы, как «Science» и «Nature», постоянно держат в поле зрения вопросы профессиональной научной этики, а в нашей научной периодике им уделяют недостаточно внимания («НГ-Наука», 17.02.99)...

...портреты многих выдающихся ученых сейчас изображены на денежных купюрах разных стран, например Франции («Physics Today», 1998, № 12, с.39)...

...гипотеза Л.П.Гришука и Я.Б.Зельдовича о рождении Вселенной «из ничего» приобретает все более фундаментальное значение («Астрономический журнал», 1998, № 6, с.805)...

...открытая в 1675 г. астрономическая обсерватория в Гринвиче, служащая маркером нулевого меридиана, прекратила свою работу из-за недостаточного финансирования («CERN Courier», 1998, № 9, с.9)...

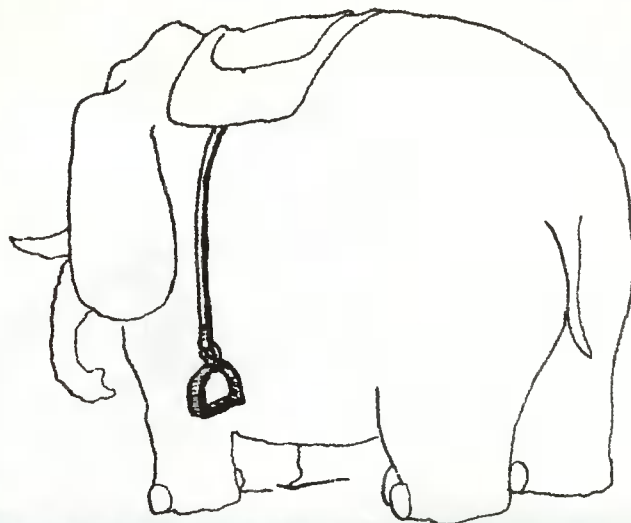
...ежегодно только в результате сжигания каменного и бурого угля в атмосферу Земли попадает около 10 000 т ртути («Агрохимия», 1998, № 10, с.83)...

...в Индии обитают 20 млн. собак, из которых четыре пятых бездомные («Вопросы вирусологии», 1998, № 5, с.196)...

...если к началу 1992 г. в России было выявлено 146 очагов постоянного загрязнения подземных вод нефтепродуктами, то в 1996 г. — уже 348 («Разведка и охрана недр», 1998, № 9—10, с.48)...

...количество пользователей Интернетом в странах Латинской Америки, Африки, Восточной и Центральной Европы сейчас составляет 7,6 млн., а к 2001 году оно возрастет до 25,6 млн. («Nature», 1999, т.397, с.10)...

...молекулы РНК могут переносить информацию между клетками, расположенными в разных частях растения («Science», 1999, т.283, с.94)...



...пока эндокринологи активно изучают не более десятой части всех гормонов человека («Биохимия», 1998, № 12, с.1612)...

...партия «зеленых» в Германии требует ликвидировать ядерную энергетику в стране в течение 10 лет, а вновь избранный канцлер ФРГ Г.Шредер считает более реалистичным сделать это за 20—30 лет («Атомная техника за рубежом», 1998, № 12, с.14)...

...по прогнозам Межправительственной группы экспертов, к 2100 году из-за потепления климата уровень Мирового океана повысится на 0,6—1,0 м («Известия АН, серия Биологическая», 1998, № 6, с.732)...

...80% всех загрязнений морей дает деятельность человека на суше («Бюллетень МАГАТЭ», 1998, т.40, № 3, с.3)...

...облучение воды и водных растворов электромагнитными волнами миллиметрового диапазона значительно изменяет содержание в них свободного кислорода («Биофизика», 1998, № 6, с.981)...

...в конце 1997 г. в мире было более 30 миллионов человек, инфицированных вирусом СПИДа, и ожидают, что к 2000 г. их будет более 40 миллионов («Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии», 1999, № 1, с.3)...

...искусственно создаваемый избыток половых гормонов у крыс нарушает у них процессы активного обучения и последующего воспроизведения полученной информации («Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова», 1998, № 6, с.987)...

...в России работают около 10% ученых всего мира, однако объем нашей наукоемкой продукции на мировом рынке составляет 0,3%, а в общем объеме нашего экспорта она не превышает 1,5—2% («Независимая газета», 17.02.99)...

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Очередной рекорд

В 1897 году сотрудник фирмы «Байер» Феликс Хоффман впервые синтезировал химически чистую и стабильную форму ацетилсалициловой кислоты, на основе которой был создан препарат, получивший название «Аспирин». Имя препарата зарегистрировали 6 марта 1899 года в берлинском Императорском патентном ведомстве в качестве эксклюзивного товарного знака фирмы «Байер», и этот день принято считать официальным днем рождения аспирина.

К 100-летию юбилею своего детища концерн «Байер» превратил свою штаб-квартиру в Леверкузене (Германия) в огромную упаковку этого препарата. Работы продолжались три недели и закончились в 16 часов 6 марта с.г., в присутствии 40 тысяч зрителей (включая представителей книги рекордов Гиннеса).

Как сообщило нам московское представительство «Байер», каркасом для гигантской упаковки послужило здание штаб-квартиры — 120-метровый небоскреб, построенный в 60-е годы и признанный в то время самым высоким административным зданием в Германии. В создании самой большой в мире пачки «Аспирина» (120 × 65 × 19 м) участвовали 30 профессиональных скалолазов. Им надо было закрепить на здании 22 500 кв. метров специальной ткани, скомпонованной в 32 полосы — элементы упаковки (120 × 5,4 м каждая) с помощью 30 000 крюков и 12 000 специальных петель.

Гигантскую аспириновую пачку видно за десятки километров от Леверкузена даже ночью — она подсвечивается. В таком упакованном виде центральный офис концерна простоят две недели.

Редакция попыталась представить размер таблеток для суперпачки. По приблизительным подсчетам диаметр юбиляриши составит около 24 м!

О.Рындина



Разные разности

Как показало исследование, проведенное библиотекарями Корнеллского университета, научные журналы в США быстро дорожают (агентство «Newswise»). Цену в 3000 долларов и выше за годовой комплект установили более 300 основных журналов по биологии и сельскому хозяйству. Их стоимость растет с опережением инфляции — с 1988 по 1994 год одна журнальная страница подорожала на 36 — 70%. При этом самые дорогие журналы у коммерческих издательств, таких как голландское «Elsevier», германское «Springer-Verlag» или британское «Academic Press». В десятку самых дорогих попали: «FEMS Microbiology Letters» (5000\$), «Journal of Molecular Biology» (4190\$), «Oecologia» (3853\$), «Theoretical and Applied Genetics» (3683\$), «Marine Biology» (3609\$). Лидируют же «Comparative Biochemistry and Physiology» (8835\$) и «Gene» (6487\$).

Из-за роста цен мелкие библиотеки вынуждены отказываться от подписки и пользоваться межбиблиотечным абонементом. Тиражи падают, издательство увеличивает цены, и недалек тот день, когда библиотеки даже крупных университетов окажутся не в состоянии осилить подписку. В чем же причина подорожания? Исследователи утверждают, что виновата исключительно погоня издателей за прибылью, желание снять свои сливки с перспективных областей науки (журналы тех же издательств по другим специальностям дорожают медленнее).

Кстати, «Химия и жизнь — XXI век» обобщает статьи, опубликованные во всех этих дорогих журналах, и при этом стоит безумно дешево — всего-то 15 долларов за полгода.

А.В. ПОРОШИНОЙ, Калуга: *Светящаяся пластмасса для игрушек и значков содержит люминофоры — вещества, которые светятся в темноте после того, как побудут на ярком (дневном или электрическом) свете; это могут быть, например, сульфиды тяжелых металлов; ни радиоактивных элементов, ни соединений фосфора в этих целях сейчас не используют.*

О.А. ТЕРЕХОВУ, Новомосковск: *«Деревом Гете» называют сразу два растения: хорошо известный любителям комнатной флоры бриофиллум (каланхое) и дерево гинко (оно же гинко, гинго) — реликтовый вид, сохранившийся в современной Японии.*

М.П. СИНИНОЙ, Санкт-Петербург: *Дно и внешние стенки посуды, покрытые черным нагаром, можно смазать чистящим препаратом, содержащим щелочь, например, «Крот» или крепким раствором щелочи (работайте осторожно и в перчатках!), оставить на некоторое время и потом смыть — нагар исчезнет; но этот способ нельзя применять для очистки алюминиевой посуды, так как щелочь разрушает алюминий.*

НАТАШЕ САМОЙЛОВОЙ, Москва: *Возможно, секрет сказочных кузнецов, умевших делать клинки из метеоритного железа, — холоднаяковка: это железо содержит много никеля и потому куется холодным, а при нагревании становится хрупким; кстати, оружие из метеоритного железа носили и реальные исторические лица, например Симон Боливар.*

И.Н. МУХИНОЙ, Днепропетровск: *Вакуумную смазку для шлифованных стеклянных кранов химической посуды можно приготовить, сплавив на водяной бане вазелин и пчелиный воск (3:1) или вазелин и безводный ланолин (1:1).*

Г.Я. БОЙКО, Барнаул, **Е.П. РЕЗУЕВУ**, п.Заречный-3, и др.: *К сожалению, косметическая фирма «НИЗАР», разработчик и производитель кремов на основе перфторуглеродов, свою продукцию не продает, а торговая компания, обладающая эксклюзивными правами на продажу кислородной косметики, по каким-то причинам не заинтересована в рекламе кремов этой серии через наш журнал. Так что, извините, рады бы помочь, да не можем. Подождем вместе до лучших времен.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *редакция приносит извинения за опечатку в заметке про антигололедное средство в № 2 за этот год: оно содержит нитрат кальция, а не калия.*

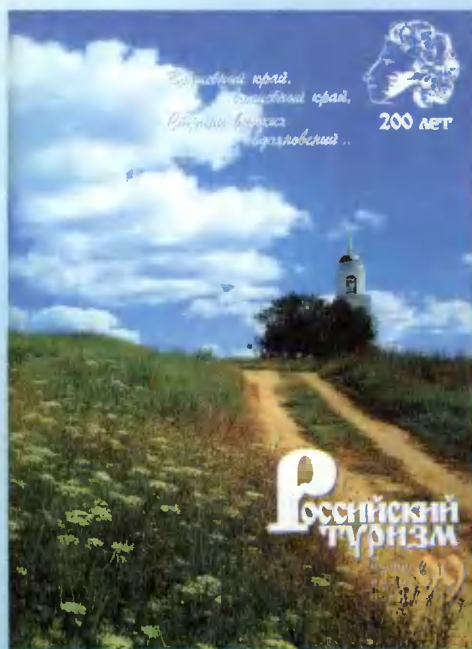
ИЗДАТЕЛЬСТВО «Химия и жизнь» предлагает

комплекс редакционно-издательских услуг:

*квалифицированное составление
и редактирование текстов;*

*разработка фирменного стиля
(товарные знаки, логотипы,
бланки, визитные карточки,
конверты и др.)*

*полиграфический дизайн
и изготовление этикеток,
различных видов упаковок,
плакатов, календарей,
буклетов, каталогов,
журналов и книг.*



Наш адрес:
107066 Москва, Лефортовский пер., 8.
Телефон для справок: 267-54-18,
e-mail: chelife@glas.apc.org



10-Я ЮБИЛЕЙНАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

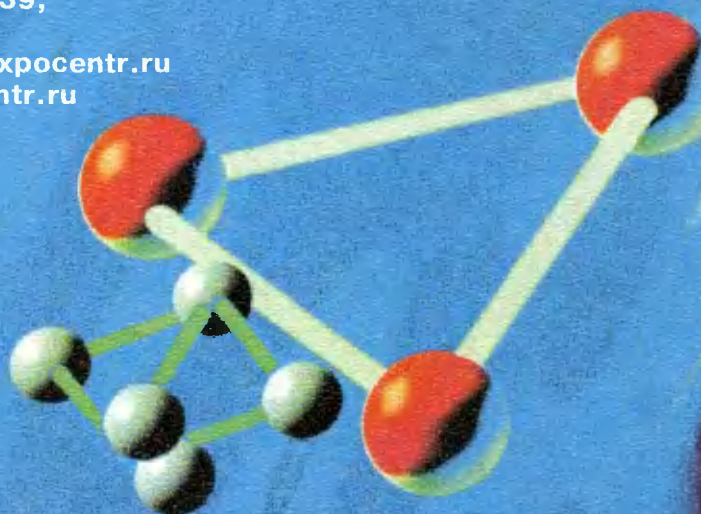
ХИМИЯ

99

6–10 СЕНТЯБРЯ 1999 г.

Россия, Москва, выставочный комплекс
ЗАО «Экспоцентр» на Красной Пресне

Краснопресненская наб., 14
телефон: (095)255-37-39,
факс: (095)205-60-55
Интернет: <http://www.expocentr.ru>
e-mail: mervist@expocentr.ru



Организатор: ЗАО «Экспоцентр»

Официальная поддержка: Министерство экономики РФ,
ЗАО «Росхимнефть», Российский Союз химиков,
Правительство Москвы.