Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

из первых рук

3/4 (57/58) • 2014

www.scfh.ru

ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ «ПРИНЦЕССЫ УКОКА»

В МАСТЕРСКОЙ ДИЗАЙНА ПОЛИМЕРОВ

ПРИРУЧЕНИЕ ДРЕВНЕЙ МОЛЕКУЛЫ

СЕКРЕТНАЯ КОМАНДИРОВКА СТАЛИНА

55

МОЙ НГУ

Министерство высшего образования СССР

Новосибирский государственный университет

ОБЪЯВЛЯЕТ
ПРИЕМ СТУДЕНТОВ

НА ПЕРВЫЙ КУРС ДНЕВНОГО И ВЕЧЕРНЕГО ОТДЕЛЕНИЙ

по специальностям:

1. Математика. 2. Механика. 3. Физика. 4. Химия. 5. Геология и геофизика (геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых — только на дневное отделение).

Прием производится на основании правил приема в высшие учебные заведения на 1959 г., утвержденных Министерством высшего образования СССР.

Заявления принимаются с 20 июня по 31 июля.

Вступительные экзамены будут проведены с 1 по 20 августа 1959 г. Принятые в число студентов дневного отделения обеспечиваются стипендией на общих основаниях. Нуждающиеся студенты обеспечиваются общежитием.

Обучение на вечернем отделении проводится без отрыва от производства.

Начало занятий: на дневном отделении с 1 сентября, на вечер-

Нов

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ТЕЛЕГРАММА

ДЛЯ ЗАМЕТОК АДРЕСАТА:

ПРИЕМ: го ч. м. Бланк № 353 Принял:

ПЕРЕДАЧА: го ч. м. № связи Передал:

Из МСК71/36 МОСКВЫ 71/002 77 26 1100= ч. м.

Адрес: ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ НОВОСИБИРСК СОВЕТСКАЯ 20 АКАДЕМИКУ ИЛЬЕ НЕСТОРОВИЧУ ВЕКУА=

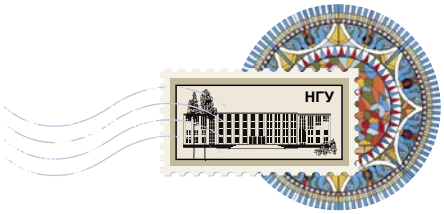
ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СССР ГОРЯЧО ПОЗДРАВЛЯЕТ РЕКТОРАТ ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФЕССОРСКО ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ СТУДЕНТОВ РАБОЧИХ СЛУЖАЩИХ НОВОСИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА А ТАКЖЕ ВСЕХ ГОСТЕЙ ПРИСУТСТВУЮЩИХ НА ТОРЖЕСТВЕННОМ ЗАСЕДАНИИ С ВЫДАЮЩИМСЯ СОБЫТИЕМ В ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ НАУКИ И КУЛЬТУРЫ ТИРЕ ОТКРЫТИЕМ УНИВЕРСИТЕТА ТЧК ЖЕЛАЕМ ВСЕМУ КОЛЛЕКТИВУ =50= УНИВЕРСИТЕТА СЧАСТЛИВЫХ НАЧИНАНИЙ И ВЫДАЮЩИХСЯ УСПЕХОВ В БЛАГОРОДНОМ ДЕЛЕ ВОСПИТАНИЯ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В УГЛУБЛЕНИИ РАЗВИТИИ СОВЕТСКОЙ НАУКИ 2025= =ИО ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР АКАДЕМИК ТОПЧИЕВ=

Объявление о первом наборе студентов в НГУ и правительственная телеграмма.

На четвертой сторонке обложки: фото маевки, начало1980-х гг. *Архив Музея истории НГУ*

3/4. 2014
научно-популярный журнал

НАУКА
из первых рук



В НОМЕРЕ:

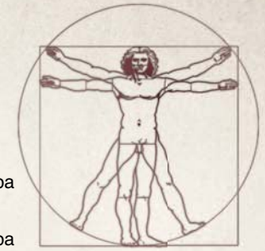
Трагические обстоятельства последних лет жизни и смерти «алтайской принцессы» удалось восстановить только спустя 20 лет после находки благодаря МРТ-«обследованию» ее мумифицированного тела

Прошлое и будущее НГУ и российской науки – в рассказах выпускников нескольких поколений к 55-летнему юбилею университета

Ажурные структуры металлоорганических координационных полимеров, каркасы которых содержат регулярно расположенные полости и каналы, можно использовать для «ловли» и последующего изучения нестабильных в обычных условиях молекул

Лечение бактериальных инфекций ген-направленными препаратами на основе нуклеиновых кислот позволит решить насущную проблему лекарственной устойчивости патогенных микроорганизмов

Познавательный журнал
для хороших людей



Редакционная коллегия

главный редактор
акад. Н.Л. Добрецов

заместитель главного редактора
чл.-кор. В.И. Бухтияров

заместитель главного редактора
акад. В.В. Власов

заместитель главного редактора
чл.-кор. Н.В. Полосьмак

заместитель главного редактора
акад. В.Ф. Шабанов

ответственный секретарь
Л.М. Панфилова

акад. И.В. Бычков

акад. М.А. Грачев

акад. А.П. Деревянко

чл.-кор. А.В. Латышев

к.ф.-м.н. Н.Г. Никулин

акад. В.Н. Пармон

акад. Н.П. Похиленко

д.ф.-м.н. М.П. Федорук

акад. М.И. Эпов

Редакционный совет

акад. Л.И. Афтанас
чл.-кор. Б.В. Базаров
чл.-кор. Е.Г. Бережко
акад. В.В. Болдырев
акад. А.Г. Дегерменджи
проф. Э.Краузе (Германия)
акад. Н.А. Колчанов
акад. А.Э. Конторович
акад. М.И. Кузьмин
акад. Г.Н. Кулипанов
д.ф.-м.н. С.С. Кутателадзе
проф. Я. Липковски (Польша)
акад. Н.З. Ляхов
акад. Б.Г. Михайленко
акад. В.И. Молодин
д.б.н. М.П. Мошкин
чл.-кор. С.В. Нетесов
д.х.н. А.К. Петров
проф. В. Сойфер (США)
чл.-кор. А.М. Федотов
д.ф.-м.н. М.В. Фокин
д.т.н. А.М. Харитонов
акад. А.М. Шалагин
акад. В.К. Шумный
д.и.н. А.Х. Элерт

Над номером работали

Л. Беляева
А. Владимирова
С. Коротаев
к.б.н. Л. Овчинникова
Л. Панфилова
к.б.н. М. Перепечаева
к.х.н. С. Прокопьев
Е. Сычева
А. Харкевич
Т. Шипилова

«Естественное желание хороших людей – добывать знание»

Леонардо да Винчи

**Периодический
научно-популярный журнал**

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредители:
Сибирское отделение Российской академии наук (СО РАН)
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН
Институт археологии и этнографии СО РАН
Лимнологический институт СО РАН
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН
ООО «ИНФОЛИО»

Издатель: ООО «ИНФОЛИО»

Адрес редакции и издателя:
630090, Новосибирск,
ул. Золотодолинская, 11
Тел.: +7 (383) 330-27-22, 330-21-77
Факс: +7 (383) 330-26-67
e-mail: zakaz@infolio-press.ru
e-mail: editor@infolio-press.ru

www.ScienceFirstHand.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство ПИ № ФС77-37577 от 25 сентября 2009 г.

ISSN 1810-3960

Тираж 1 000 экз.

Отпечатано в типографии ООО «ИД „Вояж“» (Новосибирск)

Дата выхода в свет 29.09.2014

Свободная цена

Перепечатка материалов только с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2014

© ООО «ИНФОЛИО», 2014

© Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

© Институт археологии и этнографии СО РАН

© Лимнологический институт СО РАН

© Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

© Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН

Дорогие друзья!

Новый выпуск нашего журнала выходит в канун празднования 55-летия НГУ и приуроченного к этой дате II Конгресса выпускников. Редакция журнала «Наука из первых рук» разослала участникам Конгресса свою анкету и попросила их ответить на ряд вопросов, интересующих, мы надеемся, не только редакцию, но и читателей.

Мы публикуем ответы на анкету выпускников НГУ самых разных поколений: любви к альма-матер, как говорится, все возрасты покорны. Здесь и мэтры науки, и молодежь. Те, кто продолжает работать в России, и многие покинувшие ее в силу различных обстоятельств. Кто-то счел возможным и нужным ответить подробно, кто-то лаконично, но мы им всем благодарны за неравнодушие, которое, впрочем, всегда отличало выпускников нашего универа.

Как начиналась их научная судьба в НГУ? Как и под чьим влиянием формировались взгляды, как складывалась научная карьера, и что нужно, чтобы российская наука и НГУ в нынешних условиях сделали шаг вперед? – вот основной перечень вопросов, заданных нами респондентам.

Ответы воссоздают весьма характерные черты вот уже нескольких поколений выпускников за пять с половиной десятилетий существования университета. По-разному они пришли в науку, у каждого свое видение пройденного и пережитого, но и общего очень много: сначала городская или сельская средняя школа, потом ФМШ (СУНЦ), неумолимая тяга к знаниям, первые учителя – преподаватели и научные руководители, профильный институт СО РАН; для кого-то сначала командировка за рубеж без мысли на эмиграцию (хотя многие не считают себя эмигрантами даже спустя десятилетия), затем научная работа (как заметил один из респондентов, чаще, увы, состоящая из неудач, но и отрицательный результат в науке тоже, как известно, результат). А там так уж сложилось, что условия работы и сама работа оказались несравненно лучше отечественных, а для настоящего ученого так важен результат!... Впрочем, о причинах, побудивших их остаться за рубежом, они сами говорят достаточно откровенно: от лучших условий работы до личной безопасности, чего Россия 1990-х элементарно не могла обеспечить.

Что касается возможности возвращения в Россию или мнений о том, что нужно сделать, чтобы российская наука не только не зачахла совсем, но и вернула некогда лидирующие позиции, они говорят тоже весьма откровенно: как о материальной стороне вопроса исследовательской деятельности, так и о бытовых условиях. Они начали в последние годы улучшаться и здесь, но ох как далеко еще нам до свободного научного творчества, не обремененного извечной российской бюрократией и заботой о хлебе насущном.

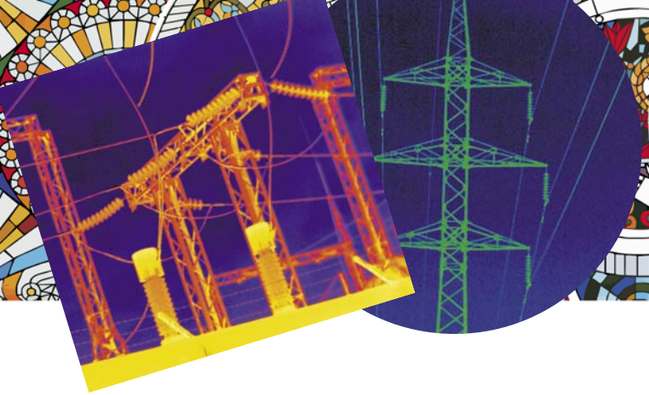
Словом, это абсолютно независимая информация «из первых рук». Дающая возможность и повод задуматься о том, что же всех, причастных к науке, ожидает в будущем.

В этом выпуске мы продолжаем знакомить читателей с работами, проводимыми при поддержке грантов Правительства РФ, направленных на поддержку актуальных научных исследований под руководством ученых с мировым именем. Среди них – разработка уникальных пористых металлоорганических полимеров с заданной архитектурой и дизайном, являющихся перспективными материалов для хранения водородного «топлива будущего», очистки сложных смесей газов и биологически активных веществ, гетерогенного катализа и ряда других технологических приложений. А исследования разнообразных «некодирующих» функций РНК и ее направленного влияния на живые клетки, возглавляемые нобелевским лауреатом С. Альтманом, открывают огромные перспективы в создании эффективных и безопасных медицинских средств.

Активное участие студентов в этих пионерных исследованиях с захватывающими перспективами еще раз подтверждают уникальность Новосибирского государственного университета, где задачи образования и науки изначально были объединены гением основоположников в неразрывное целое.

И позволяет надеяться на положительный ответ на вопрос: «Будет ли завтра»?

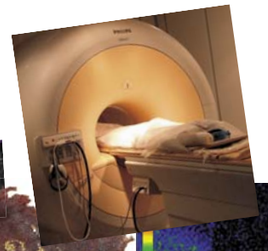
Академик Н.Л. Добрецов,
главный редактор

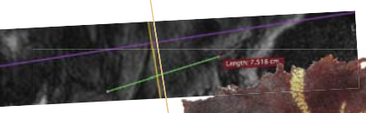


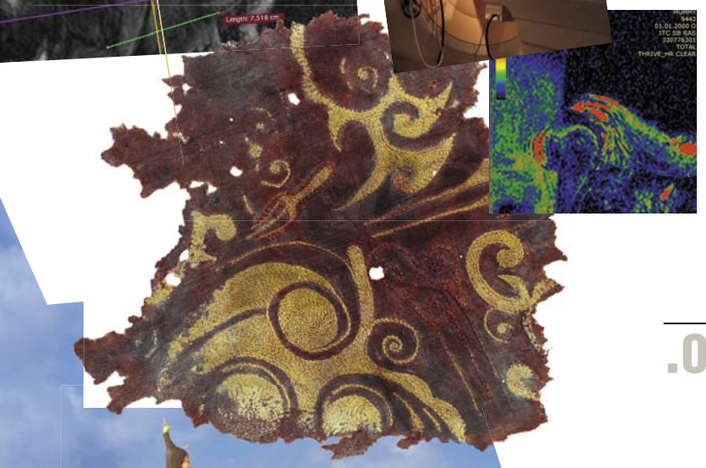
«Ахиллесовой пятой» **БЕЛОЙ АРМИИ** была официальная система чинопроизводства: основанием назначения на должность часто служил **ЧИН** и дореволюционный служебный **СТАЖ**, а не «боевые заслуги, талантливость, доказанная работоспособность и даже подвиги». **С. 164**

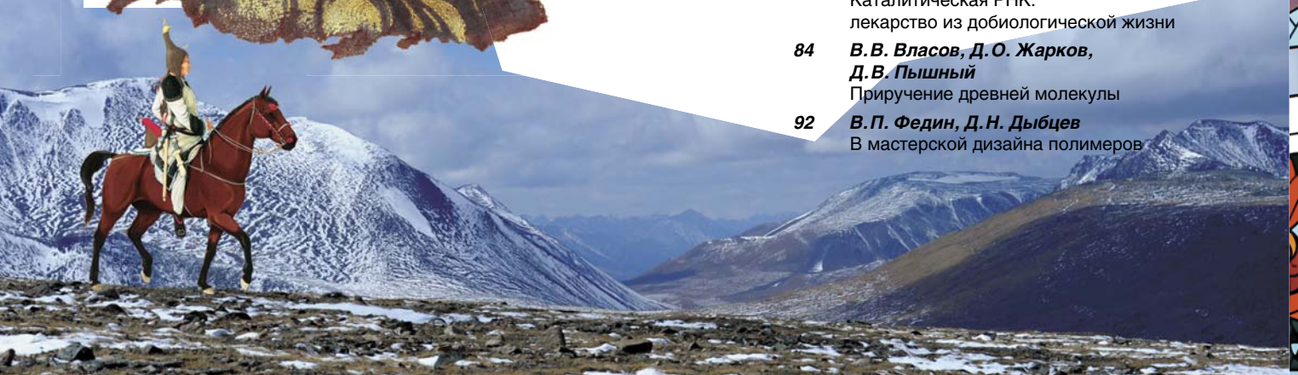
Оказалось, что за скромной подписью **«БЕРГМЕЙСТЕР 8-ГО КЛАССА ФРОЛОВ»** на чертежах Нижнесузунского медеплавильного завода, стоит горный инженер, изобретатель, и **ТОМСКИЙ ГУБЕРНАТОР П.К. ФРОЛОВ. С. 138**

На **«SCIENCE SLAM»**, состоявшемся на VIII Сибирской венчурной ярмарке, молодые ученые состязались в способности **КРАТКО И ЯРКО** рассказать о своих работах. **С. 178**









.01 УНИВЕРСИТЕТ В РАССКАЗАХ

8 ***Вадим Дудников***
Буду помогать по мере сил

12 ***Марк Аграновский***
Матанализ всегда был моим любимым предметом

18 ***Александр Аполонский***
По Морскому – с оркестром

24 ***Сергей Казаков***
Мы жили за железным занавесом

30 ***Григорий Фалькович***
Разумный компромисс

34 ***Григорий Фалькович***
И вправду чуден был язык воды

36 ***Сергей Турицын***
Наука – занятие интернациональное

42 ***Владимир Шильцев***
Из рук в руки в большую науку

54 ***Михаил Чертков***
«В летнее время, в тени акации...»

58 ***Михаил Чертков***
Физик-Теоретик-Инженер, или Алгоритмическая, Статическая и Инженерная Физика

64 ***Владимир Блинов***
Мой НГУ

72 ***Илья Бетеров***
...И блеск фортепианного концерта

76 ***Денис Корнеев***
Да хоть ТОП-50, но зачем это нужно?

.02 МЕГАГРАНТЫ

78 ***Сидней Альтман***
Каталитическая РНК: лекарство из добиологической жизни

84 ***В.В. Власов, Д.О. Жарков, Д.В. Пышный***
Приручение древней молекулы

92 ***В.П. Федин, Д.Н. Дыбцев***
В мастерской дизайна полимеров

.03 ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

104 ***Н.В. Полосьмак***
Путь к небесным пастбищам

116 ***А.Ю. Летягин, А.А. Савелов***
Жизнь и смерть «Алтайской принцессы»

138 ***А.В. Шаповалов***
Будущий губернатор и утраченный альбом

.04 СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

150 ***В.И. Шишкин***
Командировка И.В. Сталина в Сибирь 15 января – 6 февраля 1928 г.

164 ***Д.Г. Симонов***
О роли чинопроизводства в поражении Белой армии

.05 SCIENCE SLAM

178 ***О.В. Семенова***
Чистые от вирусов

182 ***Д.В. Корнеев***
Вирус под микроскопом: от визуализации к манипуляции

188 ***И.И. Бетеров***
Квантовые компьютеры на «холодных атомах»

192 ***М.В. Приданников***
Фитопатагенные нематоды: урожай под угрозой

198 ***А.А. Голицын***
Глазом тепловизора

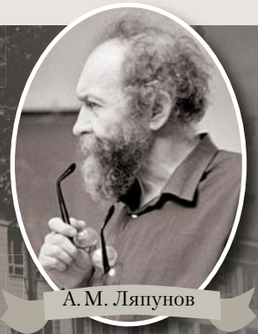
204 ***М.В. Тарасенков***
Небесные приложения статистического имитационного моделирования

208 ***Р.А. Филенко***
Рожденные подземным пожаром

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

1959 — 55 — 2014

Илья Бетеров
Физфак, 2004

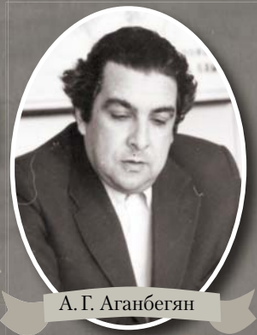


А. М. Ляпунов

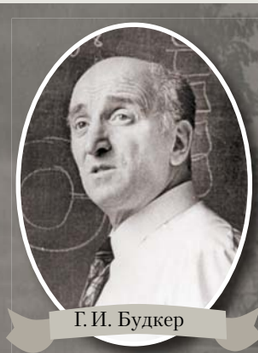
Н. Н. Покровский

Сергей Казаков
ФЕН, 1978

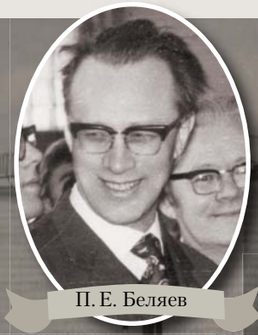
А. Н. Скринский



А. Г. Аганбегян



Г. И. Будкер



П. Е. Беляев

С. Л. Соболев

И. В. Стебаев

Сергей Турицын
Физфак, 1982

Дмитрий Жарков
ФЕН, 1993

Валентин Власов
ФЕН, 1969

Дмитрий Пышный
ФЕН, 1992

Наталья Полосьмак
Гумфак, 1978

Марк Аграновский
Мехмат, 1968

Владимир Шильцев
Физфак, 1988

Михаил Чертков
Физфак, 1990

Дмитрий Симонов
Гумфак, 1993

Владимир Блинов
Физфак, 1983

Данил Дыбцев
ФЕН, 1998 г

Андрей Савелов
ФЕН, 1988

Денис Корнеев
Физфак, 2009

Вадим Дудников
Физфак, 1965

Владимир Шишкин
Гумфак, 1970

Андрей Шаповалов
Гумфак, 1994

Александр Аполонский
Физфак, 1977

Григорий Фалькович
Физфак 1981

МОЙ УНИВЕРСИТЕТ

Как начиналась их научная судьба в НГУ? Как и под чьим влиянием формировались взгляды, как складывалась научная карьера, и что нужно, чтобы российская наука и НГУ в нынешних условиях сделали шаг вперед? – на эти и другие вопросы отвечают в своих рассказах об университете выпускники вот уже нескольких поколений. Кто-то счел возможным и нужным ответить подробно, кто-то лаконично, но мы им всем благодарны за неравнодушие, которое, впрочем, всегда отличало выпускников нашего «универа»

АНКЕТА ВЫПУСКНИКА

Факультет, год выпуска в НГУ?

Место работы, страна?

Откуда Вы приехали поступать в НГУ?

Совпали ли Ваши представления об учебе в университете с тем, как она потом проходила?

Какой преподаватель поразил Вас больше всего в университете и повлиял на Ваши дальнейшие взгляды на жизнь и науку?

Кто из сокурсников повлиял на Ваши научные взгляды и карьеру?

Какие самые яркие впечатления и от каких событий в период учебы в НГУ остались в памяти?

Какова была тема Вашей дипломной работы в НГУ и чем Вы сейчас занимаетесь?

Где Вы работали после окончания университета?

Как возникла идея уехать за рубеж, что послужило толчком к этому шагу?

Совпали ли представления о работе и жизни за рубежом с реальностью?

Лучше ли заниматься наукой за рубежом, чем в России? Если да, то почему?

Что, помимо хорошей зарплаты, могло бы повлиять на Ваше решение вернуться в Россию?

Что Вы думаете о шансах НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов по данным ведущих рейтинговых агентств к 2020 г.? Что, на Ваш взгляд, надо предпринять для того, чтобы это произошло? Собираетесь ли Вы помогать в этом университету?

БУДУ ПОМОГАТЬ ПО МЕРЕ СИЛ

ВАДИМ ДУДНИКОВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 1965 г.
***МЕСТО РАБОТЫ:* НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ MUONS, INC. США.**
***СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:* ОБЩАЯ ФИЗИКА, ФИЗИКА ПЛАЗМЫ, ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЕЙ, ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ.**

Приехал я поступать в НГУ из глубинки – села Гунда Еравнинского района Бурятской АССР. Сейчас, кстати, Гунда потеряла средства к существованию и исчезает.

Поэтому вступительные экзамены до сих пор остаются для меня одним из самых памятных событий в жизни. О том, что ждет меня в университете, в плане возможностей приобщения к большой науке, не мог даже имечтать: нам читали лекции Г. И. Будкер, Б. В. Чириков, Ю. Б. Румер, С. А. Христианович, В. М. Галицкий, С. Т. Беляев...

Уже на третьем курсе я работал на ускорителе в ИЯФ. А тема диплома формулировалась так: «Измерение сечений перезарядки отрицательных ионов водорода с энергией до 1,5 МэВ».

Работа была опубликована, измеренные сечения используются в физике плазмы и в ускорителях. Продолжаю работать в этой же области. Создал новое научно-техническое направление: поверхностно плазменные источники отрицательных ионов (Dudnikov type sources).

После окончания университета я проработал в ИЯФе 35 лет – с 1963 по 1998 г. (г. н. с., заведующим сектором). В НГУ работал с 1965 по 1995 г., был профессором, заведовал кафедрой общей физики.

ПЕРВЫЙ УЧИТЕЛЬ

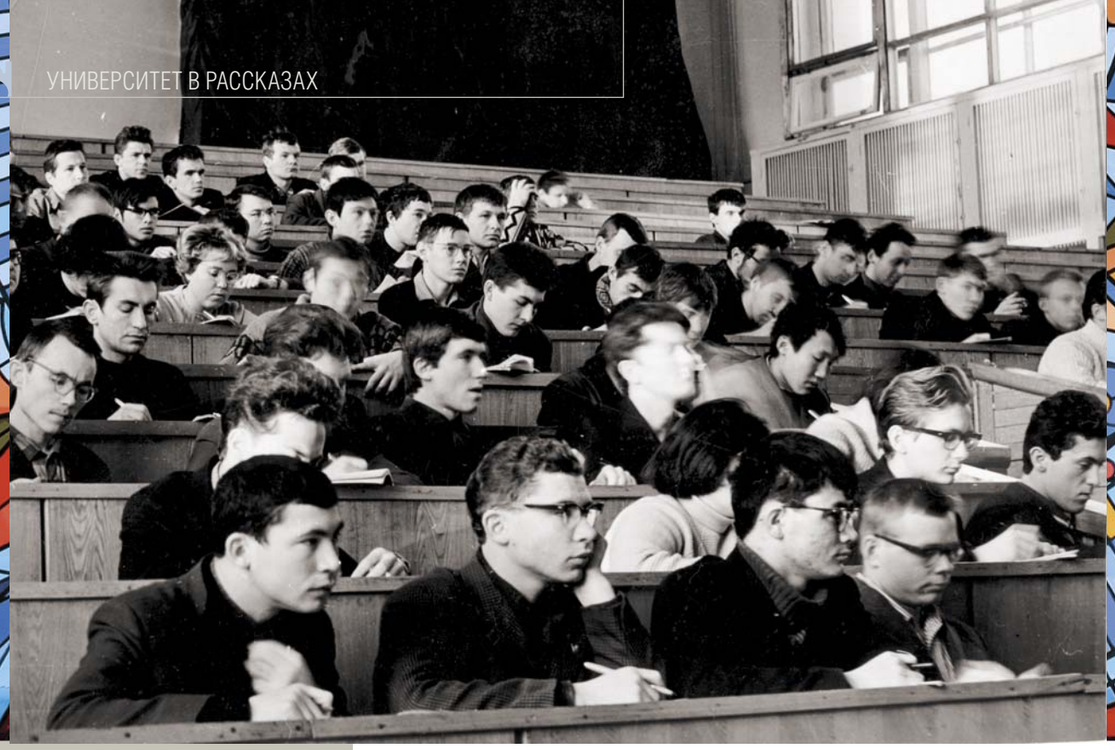
На первых курсах в НГУ семинары по физике в нашей группе вел Геннадий Иванович Димов. После второго курса он пригласил меня в лабораторию заниматься разработкой перезарядной инжекции протонов в кольцевые ускорители для проекта встречных протон-антипротонных пучков ВАПП, предложенного Будкером.

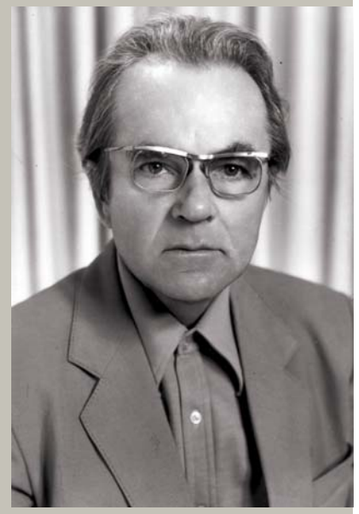
Результаты моей дипломной работы теперь используются для оптимизации выхода нейтральных атомов водорода из ускоренных отрицательных ионов в инжекторах нейтралов для управляемого термоядерного синтеза.

В 1972 г. Димов был избран заведующим кафедрой общей физики. Он усовершенствовал практикум для студентов по электромагнетизму. А я, став зав. кафедрой в 1988 г., продолжил эту работу и провел кардинальную модернизацию атомного практикума.

На фото: слева – Геннадий Иванович Димов, *справа –* Вадим Дудников за круглым столом, *ИЯФ 2013 г.*

В статьях рубрики «Университет в рассказах» использованы материалы из Архива Музея истории НГУ и фото, которые предоставили авторы статей





Профессор Б. В. Чириков

Одной из причин моего отъезда из страны стало то, что в 1993 г. в Институте началась жесткая борьба за ресурсы, в которой не хотелось участвовать. В стране вообще был, как говорят сейчас, беспредел: в 1992 г. бандиты ворвались в дом, жестоко избили и ограбили на глазах у всей семьи.

Поэтому, получив предложение, которое в то время было привлекательным, я переехал в США. Благодаря этому появилась возможность помочь своим сотрудникам и Институту: по заключенным договорам на исследования сотрудники ИЯФ получили более миллиона долларов зарплатных денег, не облагаемых налогом, что позволило многим выжить в тяжелые времена. Они (бывшие сотрудники и студенты) состоялись профессионально, успешно работают, растят детей в комфорте.

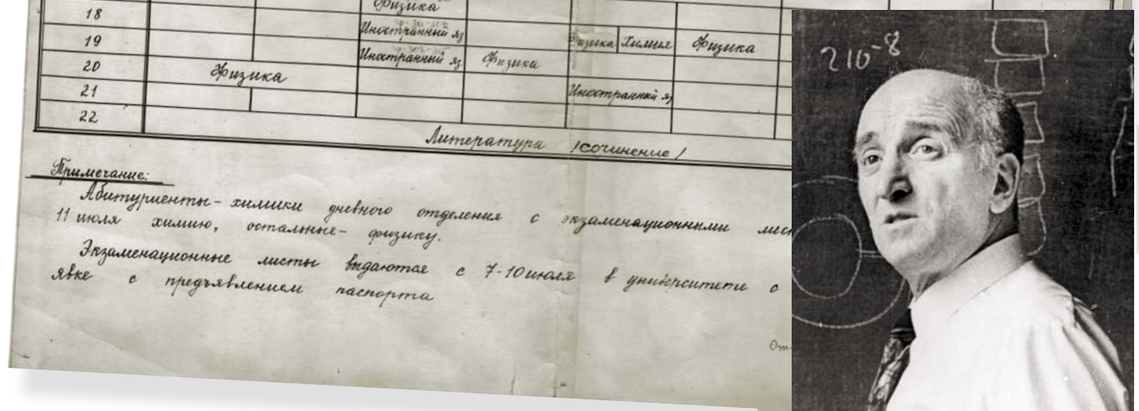
В Штатах я работал в University of Maryland, College Park, Superior Design Inc., South Cross, Inc., Fermi National Accelerator Laboratory, Brookhaven Technology Group., US Patent Office, Muons, Inc.

Мое мнение: до 1990 г. заниматься наукой в ИЯФе было лучше, чем где-либо в других местах. Любое исследование можно было сделать быстрее, эффективнее и в дружественной обстановке. Сейчас все определяется финансированием. Цитата из выступления Александра Аполонского на сайте НГУ: «Замечу, что ИЯФ в смысле результатов мирового уровня просто Гималаи, по сравнению с другими институтами. Это и так всем известно, но с данными в руках звучит очень убедительно». Однако, замечу я, зарплаты сотрудников ИЯФ почти самые низкие, хотя они делают то, что не может сделать никто в мире.

В США основная проблема в науке – тоже добывание денег. Если есть деньги, работать комфортно. А денег у них, как известно, побольше.

В ответ на вопрос, что, помимо хорошей зарплаты, могло бы повлиять на мое решение вернуться в Россию, я бы ответил так – возможность эффективно работать. А также – обеспечение сравнимой безопасности.

Относительно шансов НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов, считаю: положение НГУ лучше остальных четырнадцати участников программы. Надо дерзать, синхронизировать усилия. Чему буду помогать по мере сил.



Расписание вступительных экзаменов в Новосибирский госуниверситет на 1960 год.

Все экзамены проводятся в помещении университета с 10 часов

Число (июль)	Дневное отделение						Вечерние отделение		
	математики	механики	физики	геологи	химики	химики	математики	механики	физики
11	Математика (письменно)				Химия	Физика			
12							Математика (письменно)		
13	Математика (устно)					Химия			
14				Математика (устно)					
15		Иностранный яз.					Математика (устно)		
16	Иностранный яз.		Физика		Математика (устно)				
17			Физика	Иностранный яз.					
18			Физика						
19			Иностранный яз.		Физика	Химия	Физика		
20	Физика		Иностранный яз.	Физика					
21					Иностранный яз.				
22	Литература (сочинение)								

Примечание:

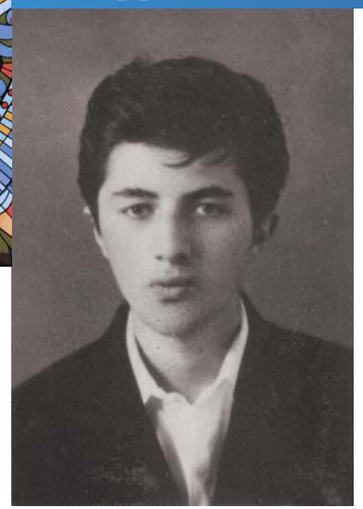
Абитуриенты - химики дневного отделения с экзаменационными лис... 11 июля химию, остальные - физику.

Экзаменационные листы выдаются с 7-10 июля в университете с ... явке с предъявлением паспорта

Профессор Г. И. Будкер

МАТАНАЛИЗ ВСЕГДА БЫЛ МОИМ ЛЮБИМЫМ ПРЕДМЕТОМ

МАРК АГРАНОВСКИЙ,
ВЫПУСКНИК ММФ НГУ 1968 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
УНИВЕРСИТЕТ БАР-ИЛАН, ИЗРАИЛЬ.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
МАТЕМАТИКА (КОМПЛЕКСНЫЙ И ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ – ИНТЕГРАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТОМОГРАФИЯ) .



Я родился и вырос в Новосибирске, так что далеко ехать не пришлось. Мои представления об учебе в университете в общем и целом совпали с тем, как она потом проходила.

Более других повлиял на меня, пожалуй, наш лектор по матанализу на первых двух курсах Юрий Григорьевич Решетняк. По отношению к его лекциям привычная студенческая бравада «на лекции не ходил, а экзамен сдал» («я способный, но ленивый» – излюбленное самооправдание плохих студентов) воспринималась, скорее, как проявление глупости. На лекциях (утренних!) по матанализу всегда был аншлаг, а проспавший бегал по общежитию в поисках конспекта, чтобы переписать пропущенную лекцию. При этом особым артистизмом или оригинальной подачей материала Юрий Григорьевич не выделялся, лирическими отступлениями или веселыми историями студентов на лекциях не развлекал. Секрет популярности курса крылся в самом материале, но также и в стиле преподавания – систематичности, строгости доказательств, уважении к деталям. Этот стиль, глубина подачи материала, продуманная и выверенная архитектура и ювелирная отточенность курса заворожили меня с первых же лекций и сделали матанализ любимым предметом, а впоследствии и профессиональной областью деятельности.

После окончания университета я двадцать лет работал на кафедре матанализа, возглавляемой Юрием Григорьевичем. Как преподаватель я сформировался во многом благодаря его влиянию и примеру.

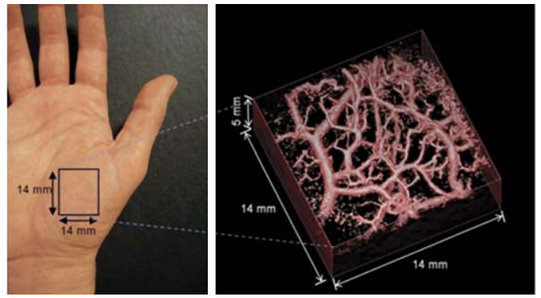
О влиянии на меня сокурсников трудно сказать что-то определенное: мы все взаимно влияли друг на друга, как в положительную, так и в отрицательную сторону. Ярких событий было много. Одно из них – первый студенческий карнавал весной 1967 года.

Последний, дипломный, год я провел в МГУ. Это была командировка на преддипломную практику. Задачу для моей дипломной работы сформулировал мой научный руководитель в МГУ Евгений Алексеевич Горин. Дипломную работу я защищал в НГУ, и посвящена она была описанию инвариантных алгебр функций на сферах. В дальнейшем из достаточно частных задач, которые я решил в дипломной работе, обнаружились «ходы» в теорию представлений групп Ли, многомерный комплексный анализ и интегральную геометрию. Путешествия по этим «ходам» привели к кандидатской, а затем – докторской диссертациям.

В последние годы, помимо комплексного анализа, относящегося к «чистой» математике, я занимаюсь задачами с прикладной мотивацией. Я имею в виду интегральную геометрию и томографию, относящиеся к области математического анализа, называемой обратными задачами.

Математики иногда популярно формулируют эту область как науку о том, как узнать красный ли арбуз, не разрезая его. Конечно же, компьютерная томография решает гораздо более серьезные задачи и является мощным и высокоматематизированным методом диагностики и имиджинга в медицине и технике. Сегодня томограф стоит в каждом хорошем госпитале, а его «софтвер» основан на хорошей и нетривиальной математике, а именно – интегральной геометрии.

Интегральная геометрия и математическая томография – захватывающе интересная и важная отрасль анализа, выросшая из задачи, которую решил в 1917 г. австрийский математик Иоганн Радон. Он написал формулу, позволяющую восстановить трехмерную функцию по ее интегралам (средним значениям) вдоль прямых. Это почти буквально то, что требуется в рентгеновской томографии, – увидеть трехмерный объект на основе результатов просвечивания рентгеновскими лучами под разными углами. В конце 1960-х американский математик Аллан Кормак понял значение формулы Радона и развил радоновский подход применительно к рентгеноскопии. Усилия Кормака



Объемное фотоакустическое изображение кровеносных сосудов ладони. Длина волны возбуждающего излучения λ = 670 нм. Плотность падающей энергии – 8 мДж/см²
Photo: University College, London, Photoacoustic Imaging Group

и медика Годфри Хаунсфилда привели к созданию в 1972 г. первого томографа и были оценены в 1979 г. Нобелевской премией.

Одна из задач, которая меня сейчас занимает, имеет следующую предысторию. В 1996 г. моему американскому коллеге Тодду Квинто и мне удалось ответить на вопрос о единственности восстановления функции по ее средним значениям на определенных семействах сфер. Эту задачу тогда пытались решить несколько математических групп. То, что такая задача возникает в новом направлении компьютерной диагностики – термо- и фотоакустической томографии (где суммируются плотности вдоль сфер, а не прямых и плоскостей, как в стандартной, радоновской, томографии), мы узнали лишь из ссылок на нашу работу в прикладных журналах

Решетняк Юрий Григорьевич, академик, доктор физ.-мат. наук, профессор, математик, специалист в области дифференциальной геометрии, теории функций вещественной переменной

медицинской направленности. Полученный результат оказался ответом лишь на малую часть математических вопросов, возникающих в термоакустической томографии. В этом «поезде», в который я впрыгнул в 1996 г. я и продолжаю ехать по сей день. За это время мне с соавторами удалось решить ряд задач в этой области, что-то получилось совсем недавно, но немало времени и сил было потрачено и на задачи, которые так и не поддались нашим атакам.

Обратные задачи – красивая и богатая приложениями область математики. В ней работают многие замечательные ученые из разных стран. Среди них мои коллеги-соавторы, некоторые из них – мои друзья, так что эта деятельность приносит мне удовлетворение не только в профессиональном, но и в личном жизненном плане.

После окончания НГУ в 1968 г. я поступил в аспирантуру Института математики, а после защиты кандидатской диссертации работал в Институте автоматики и электрометрии (где, возможно, у меня и выработался вкус к прикладным задачам) и по совместительству – в НГУ. Начинал почасовиком, а закончил через двадцать лет в должности профессора, которую получил в 1988 г.

Как возникла идея уехать за рубеж и что послужило толчком к этому шагу?

Началось все с того, что в марте 1990 г. меня пригласили на месяц поработать в университет Мэриленда в США и в ноябре того же года, тоже на месяц – в университет Бар-Илан в Израиле. Этот университет и университет Хайфы, где я сделал несколько докладов на семинарах, представили мою кандидатуру на премию Гастелло, присуждаемую Академией наук Израиля и предполагающую в случае присуждения постоянную профессорскую позицию в том университете, который представил кандидата. В мае 1991 г. мне позвонили в Новосибирск и сообщили, что мне присудили эту премию. Надо сказать, что я к тому времени уже ощущал себя, как профессиональный математик, не вполне комфортно в Институте автоматики. Наступали другие времена, не лучшие для занятия наукой, так что долго размышлять над предложением двух израильских университетов не пришлось. По ряду причин я выбрал именно университет Бар-Илан. Кстати, среди моих коллег по департаменту математики – два выпускника и один бывший профессор НГУ, а в физическом департаменте нашего университета работают еще два выпускника НГУ.

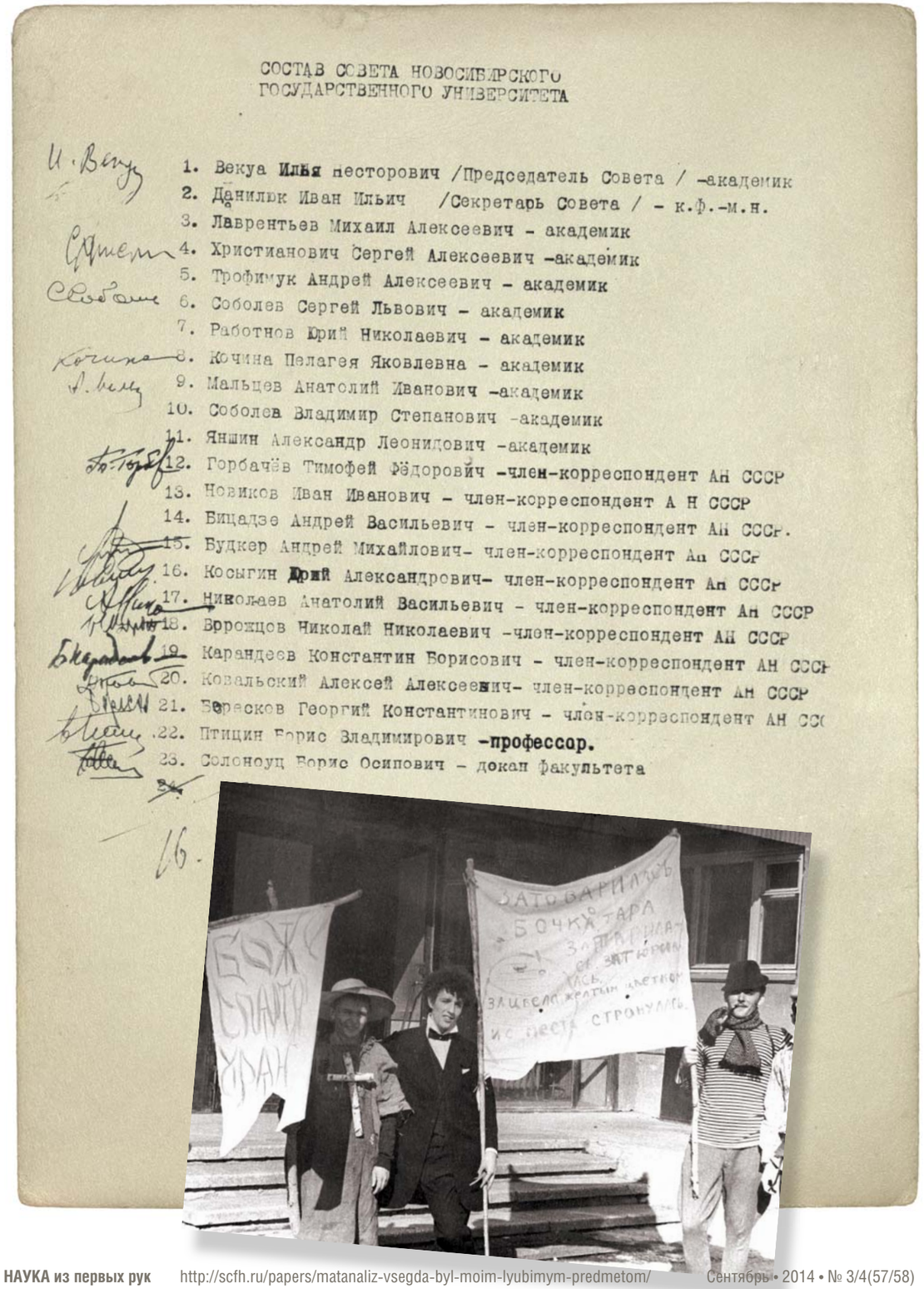
Совпали ли мои представления о работе и жизни за рубежом с реальностью?

Если о работе, то – да. В первые годы было ощущение, что освободился от подвешенных ко мне грузов, вроде тех, что надевают на себя спортсмены на тренировках, и можно бежать легче, свободней, гораздо быстрее, чем раньше.

О жизни – представления совпали далеко не во всем. Я, несомненно, как и многие за железным занавесом, имел упрощенную модель «заграницы». Грубо говоря, эта модель строилась на основе реальности, данной нам в советской жизни в ощущениях, с помощью простой смены знаков на противоположные. Помню, что в первой моей заграничной поездке (если не считать Болгарии), сразу в США, в 1990 г. меня удивило не то, что я и так ожидал увидеть, а тот факт, что не все, о чем писала газета «Правда», оказалось враньем. Однако основные представления, и прежде всего касающиеся разных категорий свободы и уважения к человеческой личности и достоинству, оправдались. Короче говоря, фундаментальных разочарований не случилось.

Лучше ли заниматься наукой за рубежом, чем в России? Если опираться только на личный опыт, то я могу сравнивать лишь с той Россией, из которой я уезжал. В этом случае ответ очевиден, и сейчас я могу сказать, что израильский период моей карьеры оказался успешным. За это время я сделал ряд значительных для меня научных работ, некоторыми из которых я особо горжусь. До переезда в Израиль я не был ни на одной зарубежной конференции, в то же время количество международных конференций, в которых я принимал участие начиная с 1991 г., мне трудно подсчитать. Кроме того, у израильских профессоров есть замечательная возможность: каждый седьмой год получить оплаченный академический отпуск – «шабатон» (от слова «суббота») для научной работы дома или заграницей. Благодаря этой возможности я поработал по приглашению в разных университетах: в Беркли, Кембридже, Институте Макса Планка в Бонне, Мэрилендском университете, Университете Джорджа Мэйсона, университете Тексас Эй энд Эм, Австралийском Национальном университете и ряде других. Как раз в настоящий момент (с февраля до сентября 2014 г.) я работаю в университете Бирмингема в Англии. На научных конференциях я вижу много российских математиков, так что, судя по всему, российские ученые сегодня имеют близкие возможности. Например, в этом году я работал в течение месяца в университете Бергена (Норвегия), одновременно с моим учеником, ныне профессором в Омске, Виктором Гичевым.

Что могло бы повлять на мое решение вернуться в Россию? Возможно, я бы не отказался поработать какое-то время в России, особенно в Академгородке. Это – старые друзья, места моей молодости и, что немаловажно, родной язык. Хотя преподавание на иврите или английском для меня давно не является проблемой, преподавание на русском языке сейчас кажется немыслимой роскошью и забытым удовольствием. Тем не менее вряд ли что-нибудь могло бы побудить меня вернуться в Россию насовсем. Нельзя войти дважды в одну и ту же реку. Мой дом, безо всякого сомнения, в Израиле.


СОСТАВ СОВЕТА НОВОСИБИРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

1. Векуа Илья несторович /Председатель Совета / -академик
2. Данилюк Иван Ильич /Секретарь Совета / - к.ф.-м.н.
3. Лаврентьев Михаил Алексеевич - академик
4. Христианович Сергей Алексеевич -академик
5. Трофимук Андрей Алексеевич - академик
6. Соболев Сергей Львович - академик
7. Работнов Юрий Николаевич - академик
8. Кочина Пелагея Яковлевна - академик
9. Мальцев Анатолий Иванович -академик
10. Соболев Владимир Степанович -академик
11. Яншин Александр Леонидович -академик
12. Горбачёв Тимофей Фёдорович -член-корреспондент АН СССР
13. Новиков Иван Иванович - член-корреспондент А Н СССР
14. Бицадзе Андрей Васильевич - член-корреспондент АН СССР.
15. Будкер Андрей Михайлович- член-корреспондент Ан СССР
16. Косыгин Юрий Александрович- член-корреспондент Ан СССР
17. Николаев Анатолий Васильевич - член-корреспондент Ан СССР
18. Ворожцов Николай Николаевич -член-корреспондент АН СССР
19. Карандеев Константин Борисович - член-корреспондент АН СССР
20. Ковальский Алексей Алексеевич- член-корреспондент Ан СССР
21. Берёсков Георгий Константинович - член-корреспондент АН СС
22. Птицин Борис Владимирович -профессор.
23. Солоноуц Борис Осипович - декан факультета

Что касается вопроса о шансах НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов, думаю, что учитывая большое количество хороших, очень хороших и отличных университетов в мире, это задача непростая. Но, как говорил И. Бродский, «главное – величие замысла». Говорю без иронии, ибо цель должна быть значимой. Мне кажется, что у НГУ есть потенциал для ее достижения. Исходя из мудрости «движение – все, цель – ничто», можно сказать, что цель войти в ТОП-100 должна стимулировать развитие, которое в итоге и является фактической целью.

НГУ – университет очень высокого уровня. Об этом можно судить, например, по количеству его выпускников, сделавших добротные и даже блестящие профессиональные карьеры в самых разных странах мира. Многие из них успешно конкурируют с выпускниками лучших университетов мира, а некоторые стали научными звездами мировой величины, как, например, если говорить о математиках, Ефим Зельманов, награжденный одной из самых престижных наград для математиков – Филдсовской медалью.

Думаю, что такие серьезные действующие в НГУ программы, как мегагранты и другие большие гранты, принесут свои плоды, что отразится в конечном итоге и на международном рейтинге. Важна также и правильная реклама научных и образовательных достижений университета. Хотя, могу сказать, что во всех университетах, где я бывал, Новосибирский университет хорошо известен, по крайней мере, среди математиков.

Что касается последнего вопроса, собираюсь ли я помогать университету, ответ очевиден. НГУ дал мне очень много и я был бы искренне рад оказаться чем-нибудь полезным для Alma Mater.

ПО МОРСКОМУ — С ОРКЕСТРОМ

АЛЕКСАНДР АПОЛОНСКИЙ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 1977 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
МЮНХЕНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
И ИНСТИТУТ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ МАКСА ПЛАНКА, ГЕРМАНИЯ
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
ФИЗИКА И ТЕХНИКА ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРОВ,
ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ФЕМТОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Поступать в НГУ я приехал из города Ангарска Иркутской области

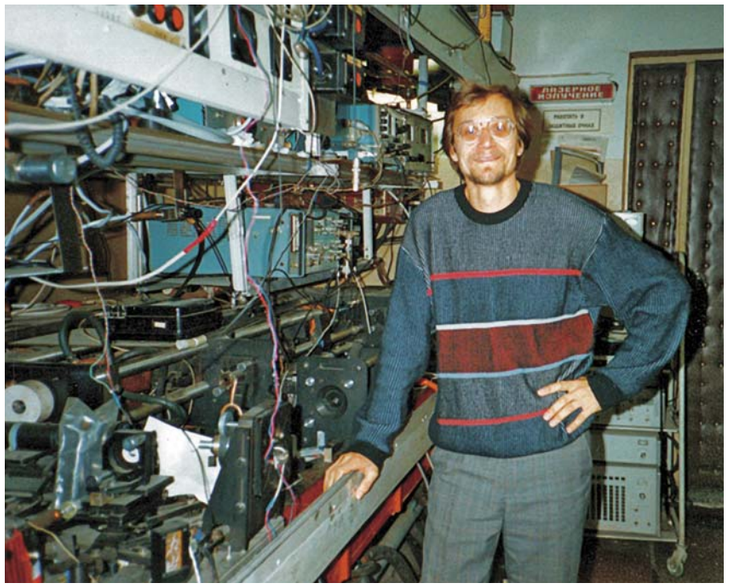
И никаких представлений об учебе в университете у меня не было. Поэтому мои дальнейшие взгляды на жизнь и науку определили как преподаватели: Крафтмахер, Мешков, Рютов, Зелевинский, Сурдутович (инициалов не помню), так и студенты, с кем мы прожили вместе бóльшую часть обучения в одной комнате: Андрей Шамов, Слава Яковлев, Витя Попов, вместе со мной формировавшие наши собственные научные взгляды и мировоззрение.

Самые яркие впечатления и события, оставшиеся в памяти от периода учебы в НГУ, относятся в основном к общественной жизни. Это посвящение в студенты на первом курсе, стройотряды, дискотеки, майские и ноябрьские демонстрации по Морскому проспекту. Воспоминания о жизни в общежитиях НГУ до сих пор греют душу: было здорово и очень интересно.

Моя дипломная работа имела поэтическое название: «Спин-флип лазер». Она была сделана в Институте физики полупроводников, в группе Эдуарда Скока.

По окончании университета я работал в Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР, в лаборатории Сергея Глебовича Раутиана.

Однако мои научные интересы оказались несколько в стороне от деятельности нашей лаборатории и института, а мне хотелось работать в коллективе, занимающемся единой тематикой. В 1999 г. я выиграл европейский проект INTAS (международная ассоциация по содействию сотрудничеству с учеными Новых независимых государств бывшего Советского Союза – *Ред.*) и понял, что на сумму выделенного гранта я работу в институте не сделаю, поскольку ее надо было начинать с нуля. К моему удивлению, нашелся человек в техническом университете Вены в Австрии, который заинтересовался моей идеей и сказал, что вся необходимая инфраструктура и рабочая группа у него уже есть. Этим человеком был Ференц Краус, я с ним работаю до сих пор, теперь уже в Германии. А моя идея, к слову сказать, была реализована лишь в 2011 г.



Совпали ли представления о работе и жизни за рубежом с реальностью?

И да и нет. Переезд – это начало новой жизни. У нее столько различных сторон, что лишь малая их часть была в моих представлениях, когда я думал о жизни за рубежом. Лучше ли заниматься наукой за рубежом, чем в России? Короткий ответ: да, лучше. Есть возможность эффективно работать, так как я трачу рабочее время на реальную плодотворную работу, в значительной мере избавленную от тупой бюрократии. Мне созданы все условия, чтобы я выдавал результаты.

Если не будет реальной работающей государственной системы, поддерживающей науку на уровне Запада, то шансов на возвращение в Россию у меня нет. Наше время стремительно уходит, и тратить его на неэффективную работу и борьбу с системой нет смысла.

Относительно шансов НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов по данным ведущих рейтинговых агентств к 2020 г. я в последнее время уже несколько раз высказывался по этому поводу [1].

Шансов очень мало, потому что, во-первых, мы стартовали с низкого уровня. Во-вторых, наша страна находится вне магистрального направления высшего образования, вне основных социально-ориентированных программ Запада и Востока. И, в-третьих, потому что политические события этого года отбросили страну далеко назад в плане вхождения в мировую систему.

Профессор С.Г. Раутиан

Профессор физического факультета В.Г. Зелевинский

Профессор Д.Д. Рютов

НАУКА из первых рук http://scin.ru/papers/po-morskomu-s-orkestrom/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

Прошедший год активной работы в направлении продвижения НГУ в ТОП-100 показал, что отдаленный прогресс может быть достигнут лишь в результате амбициозной комплексной программы. До сих пор ее нет, или я о ней не знаю. Мое мнение: мы должны использовать выделенные деньги на поддержку НГУ для решения задачи стратегического улучшения инфраструктуры университета, преподавательского состава, управления и обучающих программ. А рейтинг нужно рассматривать как результат воплощения в жизнь этой самой программы, т. е. не как цель, а как результат. Понимание этого изменит наши решения и отношение к тому, что надо сделать. Отставание в ускорении за счет выделенного ресурса по отношению к МГУ и СПбУ меня сильно тревожит: мы чиним крыльцо и электроподстанцию вместо того, чтобы готовить и реализовывать новый кампус НГУ и места для зеркальных лабораторий.

Как члену координационного совета ассоциации выпускников НГУ, мне хотелось бы способствовать продвижению положительного имиджа НГУ на Западе. Даже более глобально: созданию положительного имиджа Сибири в России. Но через год я понял, что не по Саньке шапка. Тем не менее мы с Наташей Куперштох только что опубликовали в издательстве «Шпрингер» популярную статью о Новосибирске и Академгородке [2][3]. Статья появилась в специфическом журнале, чья аудитория – физики-туристы. Тем не менее с помощью ассоциации выпускников она находится в открытом доступе, т. е. все интересующиеся на Западе ее могут легко найти. Кроме того, только что в журнале *Nature Communications* вышла наша совместная работа с сотрудниками ИАиЭ, ИВТ и НГУ. Замечу, что в ней ректор НГУ Михаил Федорук выступил не только как чиновник, предоставивший административный ресурс, но и как физик: он помог разобраться в сложной проблеме нового типа диссипативных солитонов, открытого нами [4]. Мое интервью на тему этой работы можно найти на сайте НГУ. Вообще, публикации в глянцевых журналах семейства *Nature*, считаю, будут работать максимально сильно на формирование положительного имиджа НГУ и Академгородка. Эти журналы читают все – от аспиранта до нобелевского лауреата, и публикация в них означает признание мировым сообществом самого высокого уровня ваших исследований. Сейчас пытаюсь раскрутить идею фильма об НГУ и Академгородке для проката на Западе. Я уверен, что хороший достойный и подробный фильм могут снять лишь люди, знающие Городок на протяжении десятилетий.

Пытаюсь также выступать с публичными лекциями в Академгородке на научно-популярные темы. Во время первого конгресса прочел лекцию в НГУ про радугоподобные эффекты, а в апреле этого года на площадке НИИКУДА – про генерацию новых идей как суть науки.

Реально могут помочь НГУ и Академгородку совместные проекты с западными организациями и учеными. В том числе с уехавшими, например, в рамках зеркальных лабораторий. Если же говорить о более широком европейском сотрудничестве с Россией, мы, к сожалению, должны констатировать, что не можем включить российские группы в новую программу Horizon 2020. Мы не видим необходимых усилий Министерства образования и науки к тому, чтобы изменить эту прискорбную ситуацию. В идеале Россия должна предлагать деньги мировому научному сообществу для проведения совместных программ. Это будет очень умным вложением денег в науку и шансом для России догнать убегающий поезд современной мировой науки.

Литература

[1] НГУ и его выпускники: как вместе идти вперед и вверх – http://www.nsu.ru/exp/2013/9/25/ngu_i_ego_vypuskniki__vmeste_idti_vpered_i_vverh.

[2] Kupershtokh N., Apolonskiy A. Physics in Novosibirsk and Akademgorodok // Physics in Perspective. June 2014. V. 16. Iss. 2. P. 250–276 – http://link.springer.com/article/10.1007/s00016-014-0138-4.

[3] Article on Akademgorodok in the Springer Journal – http://www.nsu.ru/exp/2014/7/24/article_on_akademgorodok_in_the_springer_journal.

[4] Новосибирские физики продемонстрировали новый тип солитонов – http://strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=84408#.VB0sIE1O7PQ

Слева вверху –
профессор А. Н. Скринский

МЫ ЖИЛИ ЗА ЖЕЛЕЗНЫМ ЗАНАВЕСОМ

СЕРГЕЙ КАЗАКОВ,
ВЫПУСКНИК ХИМИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ФАКУЛЬТЕТА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК НГУ 1978 Г.
МЕСТО РАБОТЫ:
SOMAGENICS, INC., САНТА-КРУЗ, КАЛИФОРНИЯ, США.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
БИОХИМИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА РАКА

Учеба в НГУ во многом сформировала меня как личность. Так, Эльвира Рудольфовна Барбашина, доцент кафедры философии, сыграла важную роль в развитии моего критического анализа того, что происходит в обществе. Благодаря блестящим лекциям доцента кафедры молекулярной биологии Григория Моисеевича Дымшица я заинтересовался химией биологических процессов.

Интерлагерь НГУ–ВАСХНИЛ. Отряд СССР–ПНР, командир Александр Зобнин *(первый ряд, второй слева)*, Сергей Казаков *(второй ряд, четвертый слева)*, 1975 г.

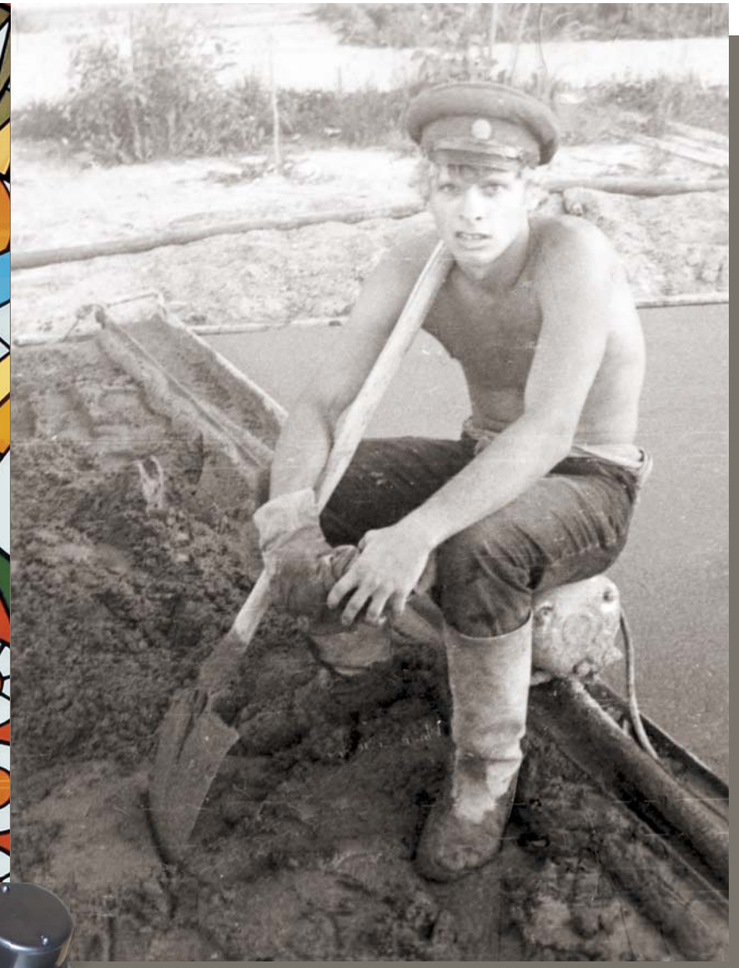
В общежитии я в основном общался со старшекурсниками, а мой лучший друг был с физфака.

Самыми яркими впечатлениями студенческих лет остались: поездка на картошку перед первым курсом, интерлагерь после 2-го и северные стройотряды после 3-го и 5-го курсов, и любовные истории, которых было много. Не забывается и разгон парткомом НГУ редакции стенной газеты ФЕНа (где я был редактором, а художником – Саша Таранин, сейчас д. б. н. и завлаб в ИМКБ СО РАН). Это случилось из-за публикации «Большое значение Малой земли» (имеется в виду книга Л. И. Брежнева).

Тема моей дипломной работы была «Координационные соединения платины (IV) с аминокислотой метионин (научный руководитель М. Ф. Могилёвкина, кафедра неорганической химии НГУ). Эти комплексы обладают противоопухолевым действием, механизм которого основан на связывании с молекулами ДНК. Впоследствии я изучал взаимодействия соединений платины и других металлов с нуклеиновыми кислотами (ДНК и РНК), и участвовал в открытии первой металлозависимой каталитической ДНК (мы опубликовали эту статью в журнале *Nature* в 1988 г.), а позже – самого маленького рибозима (каталитической РНК), РНК катализа в замороженных растворах и некоторых других интересных процессов. За открытие РНК-катализа в 1989 г. Сидней Альтман (Йельский университет) получил Нобелевскую премию по химии. Благодаря Российскому мегагранту, полученному в этом году совместно с НГУ, он организовал лабораторию в ИХБФМ СО РАН и был включен в ученый совет НГУ.

По окончании университета после двух лет работы по распределению в Специальном конструкторском бюро биологически активных веществ я поступил в аспирантуру НИОХ СОАН (научные руководители – Д. Г. Кнорре и В. В. Власов) и защитил кандидатскую

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/my-zhili-za-zheleznym-zanavesom/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)



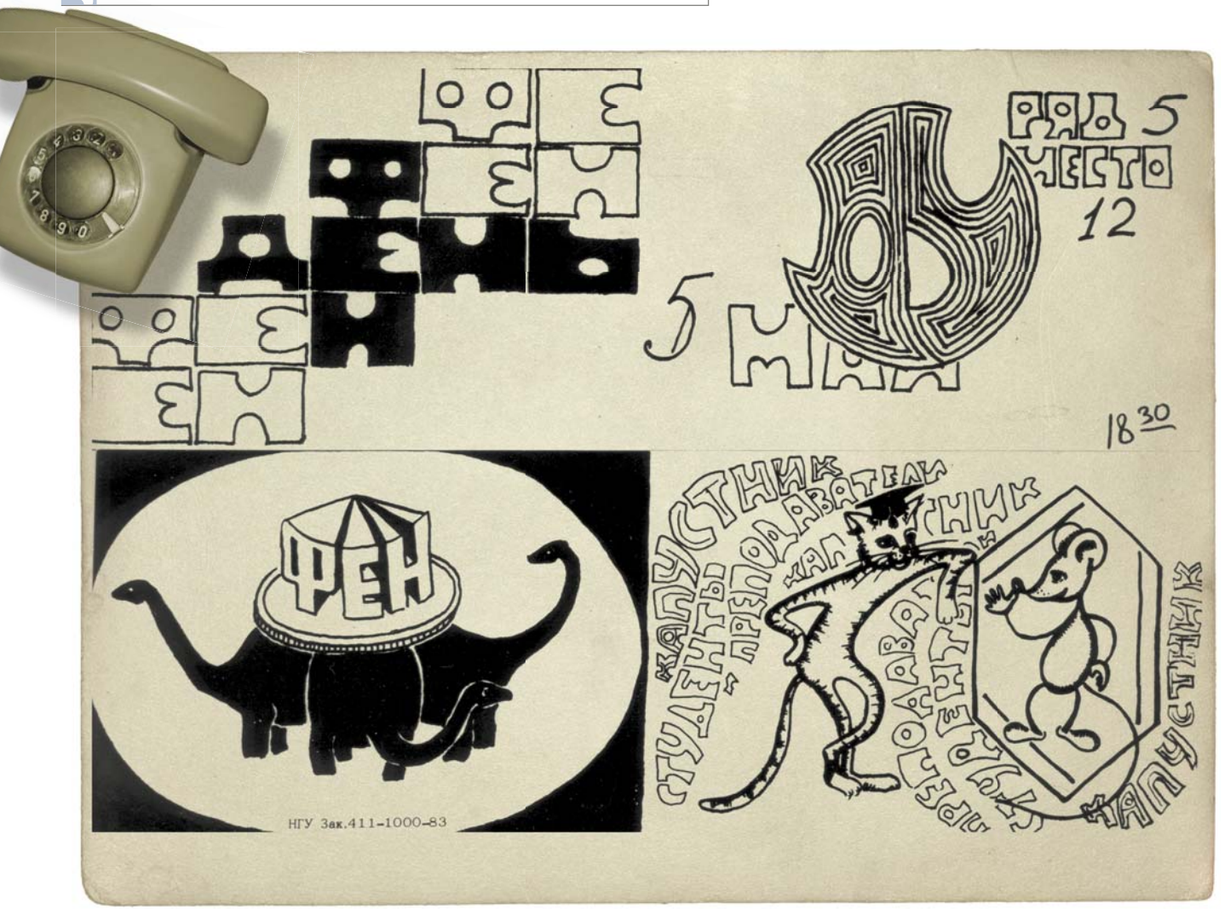
Студенческий строительный отряд *Venseremos*, г. Оха, Сахалин, 1976 г.

диссертацию в МГУ им. Ломоносова в 1984 г. по специальности «биоорганическая химия», затем работал научным сотрудником в НИБХ СОАН, в лаборатории биохимии нуклеиновых кислот (завлаб – В. В. Власов) до 1990 г., а потом уехал в США. Там сначала был постдоком в *Yale University* (New Haven, CT) в лаборатории Сиднея Альтмана в 1990—1992 гг., потом научным сотрудником в *University of Virginia* (Charlottessville, VA) и наконец стал сотрудником биотехнологической компании *Somagenics, Inc.* с момента ее образования в 1994 г., где сейчас и являюсь вице-президентом по науке (*Vice President for Discovery Research*). Последние 15 лет я занимаюсь разработкой новых технологий для молекулярной диагностики рака и других болезней путем детектирования РНК молекул, уровень которых меняется в зависимости от заболевания.

Как я попал в США? «Уехать навсегда» – такой идеи сначала не было. Хотя когда в 1989 г. я и еще несколько человек из нашего института (НИБХ СОАН) получили премию Ленинского комсомола, одновременно с нами ее должны были вручить музыкантам «Наутилус Помпилиус». Те от премии отказались в знак протеста против Советской власти. То есть атмосфера в обществе тогда действительно накалялась, и мысли о том, чтобы уехать появлялись у многих. У меня же была просто командировка от СО АН на один год. Хотелось поработать в ведущей лаборатории и увидеть, как живут люди в самой развитой стране мира. В США я приехал в апреле 1990 г., чуть позже приехали моя жена и дочка. Естественно, работать в Йеле мне понравилось. И когда предложили остаться там еще на год, я попросил продлить мою командировку. Но получил отказ, и приказом директора был уволен из НИБХа. Вопрос о возвращении отпал сам собой.

В СССР мы жили за «железным занавесом», английский изучали по газете *Morning Star*, иностранные автомобили еще не ездили по нашим дорогам, из американских

На фото: Студенческий строительный отряд «Товарищ», пос. Усть-Среднекан, Колыма, Магаданская область, 1978 г. *Вверху* – Сергей Казаков (первый ряд, второй слева) *Внизу* – Виктор Соловьев (физфак, командир отряда, первый ряд, пятый справа), Сергей Казаков (первый ряд, второй справа)



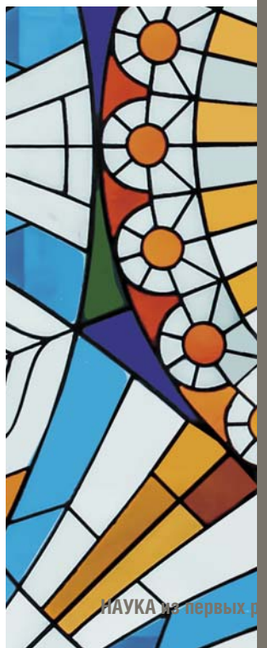
товаров помню только пепси-колу. Об американской науке знали больше: благодаря прекрасной библиотеке СО АН были доступны ведущие научные журналы, и поэтому мы хорошо представляли, на каком оборудовании и с какими реактивами за океаном работают. О зарплатах было известно мало. Когда в 1990 г. я стал вдруг получать $ 2 000 в месяц, это стало приятным сюрпризом (до отъезда моя зарплата составляла 220 руб.) Несмотря на многочисленные курсы английского перед отъездом в США, первые два месяца было тяжело понимать язык и объясняться, но потом как-то сразу все стало нормально. В то время отношение американцев к русским (так называли всех, кто приехал из СССР) было очень доброжелательным. И, надеюсь, таким оно и останется.

Конечно, заниматься наукой за рубежом лучше, чем в России, по крайней мере, в моей области. Большинство академических и биотехнологических исследовательских лабораторий в США не только имеет все необходимое современное оборудование, но и технический сервис по его обслуживанию. Для молекулярно-биологических лабораторий еще очень важно иметь доступ к разнообразным биохимическим реактивам и «китам» (на мой взгляд, последнее являлось и является самой большой проблемой в России). Государственное финансирование науки с помощью грантов в США (даже несмотря на экономический кризис) – лучшее в мире. Кроме того, огромные деньги жертвуются на науку бизнесом и бизнесменами. Так же важно, что в США кроме университетов, где сосредоточена академическая наука, огромное количество биотехнологических компаний, в которых тоже работает большое число ученых, которые занимаются там прикладной наукой. В России таких компаний очень мало. Таким образом, финансирование науки, количество рабочих мест для ученых, возможности найти новую работу, зарплаты ученых за рубежом гораздо выше. Здесь, несомненно, больше возможностей сделать научную карьеру и сменить место работы. Также немаловажно, что бытовой сервис, медицинское обслуживание, дороги и жилье (которое ученые могут себе позволить) – тоже намного лучше. В Америке ученым не надо сильно отвлекаться на решение своих социальных проблем, можно больше думать о своей научной работе.

Хорошая зарплата – недостаточна для того, чтобы захотелось вернуться. Пока Россия будет стремиться быть непохожей на США и Европу и считать их своими врагами, думаю, мало кто захочет вернуться сюда «навсегда». Приехать на короткое время, например, для чтения курса лекций – можно. Но для этого нужно «свободное» время, которого очень мало, люди заняты на основной работе, а отпуск в США очень короткий. Время есть у пенсионеров. Поэтому могут найтись желающие из их числа еще поработать в России, если их пригласят на хороших условиях.

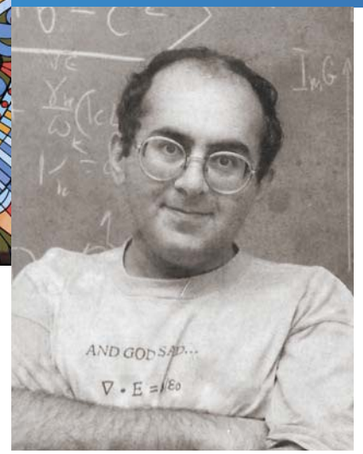
На тему, что я думаю о шансах НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов к 2020 г. по данным ведущих рейтинговых агентств, я уже высказывался на ресурсе *LinkedIn*, на странице *Novosibirsk State University Alumni* в дискуссии «Как помочь НГУ улучшить позиции и мировых рейтингах». Поэтому просто процитирую самого себя: «Проще вложить усилия в рекламу НГУ и улучшение его имиджа, чем в улучшение реального уровня образования и качества выпускников. Последнее требует гораздо больше времени и средств. Я не знаю, как улучшить уровень образования в одном отдельно взятом университете, не меняя общества и его отношения к образованию и науке. Думаю, это даже в Сколково невозможно будет сделать. Один из реальных путей увеличить известность НГУ – организовать для лучших студентов НГУ *student exchange programs* на один год с зарубежными университетами, имеющими высокие мировые рейтинги. Преподавание английского

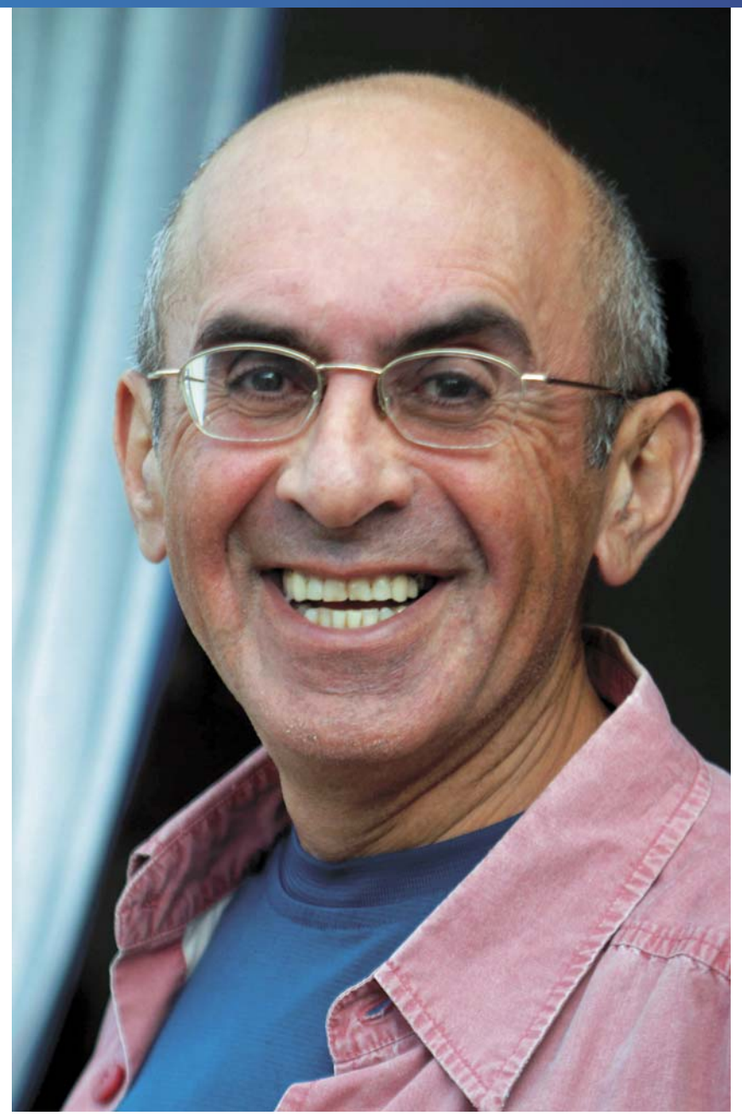
языка в НГУ не только надо улучшать, но и преподавать на нем большинство предметов, а дипломы и диссертации публиковать не только на родном языке, но и на английском (как, например, делают в Швеции). К выпускникам НГУ, работающим за рубежом надо относиться не как к безвозвратной потере для Российской науки (и бизнеса), а примерно так же, как к хоккеистам из российских клубов, выступающим в США и Канаде, в НХЛ. И размещать на сайте НГУ информацию (на русском и английском) об этих выпускниках и их достижениях, о том, где недавние выпускники НГУ, уехавшие за границу, учатся и работают».



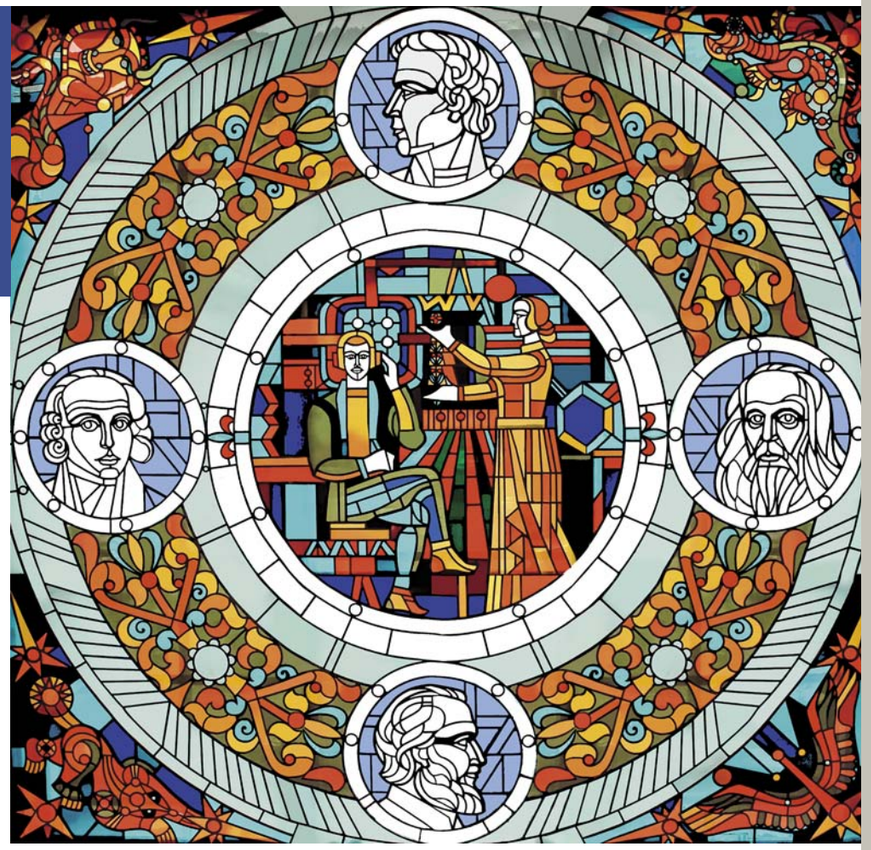
РАЗУМНЫЙ КОМПРОМИСС

ГРИГОРИЙ ФАЛЬКОВИЧ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ, 1981 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
ИНСТИТУТ ВЕЙЦМАНА, ИЗРАИЛЬ.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
ФИЗИКА, МЕТЕОРОЛОГИЯ, ИСТОРИЯ НАУКИ





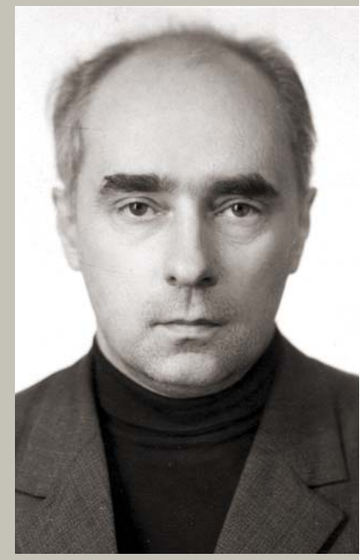
В Новосибирск я приехал из Чернигова, небольшого города на севере Украины. Сначала хотел поступать в МФТИ, откуда получил приглашение, но мой троюродный брат, что там учился, объяснил, что евреев берут мало, только выдающихся. Я тогда себя выдающимся евреем не считал, поэтому на Всесоюзной олимпиаде по физике стал расспрашивать, куда принимают «простых евреев». Ребята из Новосибирской ФМШ и из Красноярска все с великолепным апломбом уверили меня, что никакой дискриминации по национальному признаку в НГУ нет. Я им и поверил. Хорошей школой характера было наблюдение за тем, как заваливают евреев на устном экзамене по физике в 1975 г. Преподаватель, заваливавший меня и знакомых, даже не очень старался,



просто зачеркивал правильное решение и писал сверху другой ответ, обычно неправильный. Потом на собеседовании Виталий Ткаченко (который тогда был, кажется, секретарем комитета комсомола) поглядел на эти бумажки с экзамена, приобнял меня за плечо и сказал: «Не переживайте, молодой человек, мы вас примем». Навсегда ему благодарен. Я оказался единственным евреем, что поступил в том году на физфак, так что пришлось считать себя выдающимся, что впоследствии помогло не раз.

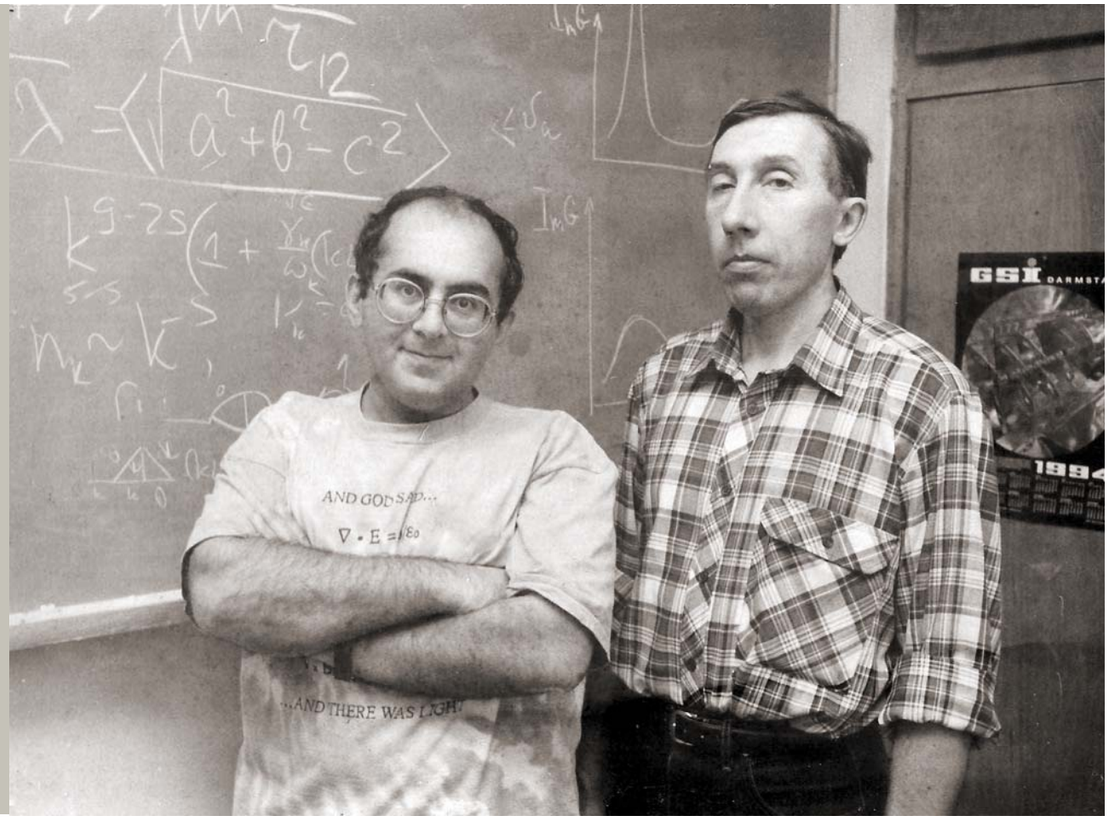
Учеба и жизнь в университете превзошли мои мечтания. Там я выучился физике и приобрел друзей на всю жизнь. Единственное, чего, на мой взгляд, не хватало – профессионального обучения физиков-теоретиков специальной науке «теоретике», которую я и по сей день добираю повсюду, в основном у соавторов из Института Ландау. Еще запомнилось детское разочарование, что университет оказался больше, чем я думал, когда нас привели на вступительный экзамен во второй корпус (перехода тогда не было). На мой вкус, элитный университет мог быть и поменьше.

Почти все мои преподаватели были незаурядными людьми и сильно повлияли на впечатлительного юношу. Я написал об этом в книге к 40-летию НГУ, здесь добавлю лишь несколько слов. На первом курсе Чириков поразил тем, как можно кратко и внятно описать явление любой сложности. После этому же искусству простых объяснений и оценок, я учился у Баркова, Золотарева, Луговцова и Рютова. Насколько обманчива эта простота,



Профессор Л. М. Барков

Профессор Г. Л. Коткин
Фото с Доски почета 1980 г.



Г. Фалькович и В. Лебедев 20 лет назад, во время работы над теорией турбулентности

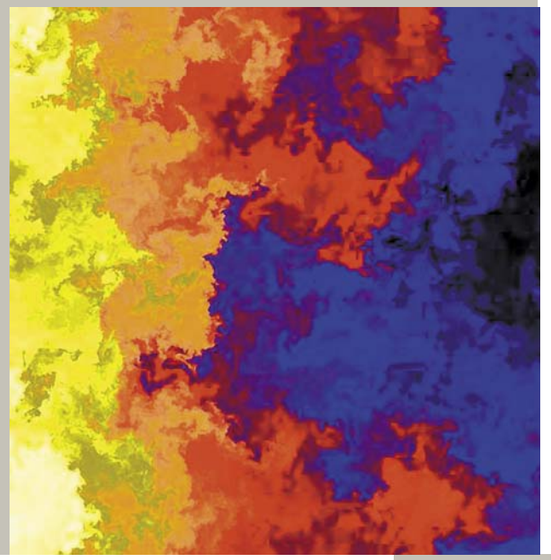
и какая за ней скрыта глубина, понимаешь только, когда сам пытаешься добиться этого. Коткин и Сербо научили меня, как надо учиться и учить. Фадин – не прятаться за словеса, когда нет ясного понимания. Раутиан показал пример ученого из совсем другой эпохи, и вдруг стало ясно, что эпоху можно себе и выбрать.

Если вспоминать жизнь студенческую, трудно выбросить из памяти, как меня, по наущению моих одногруппников, выгнали из университета за прогулы занятий по военной подготовке, и как многие люди (Барков, Раутиан, Львов, Кузнецов) помогли не пропасть. Вспоминается капустник 1978 г., за который мы с Володей Драчевым были ответственными, девушки.

По окончании университета я работал в Институте автоматики, где мне было очень хорошо. А появился я там уже на третьем курсе. Удачей, ничем не заслуженной и ничем не объяснимой (кроме перманентного кризиса помещений), было сидеть несколько лет в одной комнате с тремя докторами и одним кандидатом наук (Кузнецов, Мушер, Рубенчик и Стурман, считая от окна). Большую часть времени тишина нарушалась лишь скрипением перьев, но иногда кто-то поднимал голову и задавал вопрос, вызывавший короткую продуктивную дискуссию. Там я понял, как работают разные теоретики и как превращать смутное бормотание в формулы.

Идея уехать за рубеж родилась из интереса – а как там? И оказалось интересно. Я уехал в 32 года, через 7 лет после защиты кандидатской. Вместо того чтобы писать докторскую и обретать важность, я попал мальчиком в новый мир, где многому надо было учиться заново. Не потеряв своего первого русского учителя, Владимира Захарова, я приобрел второго американского – Роберта Крейчнана (он был в свое время ассистентом Эйнштейна). С Крейчнаном и связана та наша работа, о которой рассказывается в статье.

Я попал в молодую и маленькую страну, где меня сразу приняли за своего, где жизнь постоянно улучшается, и можно распознать свой небольшой вклад в это дело. Как сказал лет 20 назад у меня в гостях Владимир



Картина турбулентного перемешивания, теорию которого удалось построить трем выпускникам НГУ Г. Фальковичу, М. Черткову, И Колоколову и примкнувшему к ним В. Лебедеву

Захаров: «Израильская жизнь – разумный компромисс между Россией и Америкой». С той поры, конечно, все три страны изменились, но я живу регулярно во всех трех, так что привык.

Наука бывает мировой или никакой. Главная беда науки в России та же, что была и в Советском Союзе – малая подвижность молодых людей, что приводит в конце концов к провинциальности даже талантливых людей. Мне в моем возрасте и с моими соавторами на четырех континентах все равно, где работать. Но в молодости очень важно уехать туда, откуда твой научный руководитель будет казаться маленьким. Это я советую и своим ученикам.

Вернуться? В известной степени я уже вернулся. Появление «гостевых» грантов – начало процесса, в результате которого вот уже пятый год я провожу от месяца до двух в России. У меня здесь есть не только старые, но и молодые соавторы, я прочитал два курса в МФТИ, являюсь сотрудником московского института и т. д. Надеюсь, и в родном НГУ когда-нибудь прочитать курс.

О ТОП-100 мировых университетов. По сути, все эти рейтинги имеют еще меньше смысла, чем попытка характеризовать научные работы или ученых по индексу цитирования. Наука аристократична, а не демократична, мнение меньшинства, как правило, важнее мнения большинства. Однако разработанная программа по повышению рейтинга выглядит вполне разумной и полезной. В частности, мне кажется важным создать механизм, по которому после защиты кандидатской человек сможет уехать на пару лет (не обязательно за границу) и потом вернуться. Я член Международного Совета НГУ и в этом качестве буду прилагать все силы для его развития.

И ВПРАВДУ ЧУДЕН БЫЛ ЯЗЫК ВОДЫ...

ГРИГОРИЙ ФАЛЬКОВИЧ

Слово «турбулентность» происходит от латинского слова «турба», что означало как толпу, так и беспорядочное движение массы людей. Леонардо да Винчи был, по-видимому, первым, кто начал систематическое изучение турбулентности жидкости, зарисовав картины течения реки Арно и возникающие вихри разных масштабов. То, что за прошедшие с тех времен пять столетий сколько-нибудь полная теория турбулентности не построена, свидетельствует о выдающейся сложности задачи.

В равновесной статистической физике революционным моментом стало точное решение Ларсом Онсагером двумерной модели Изинга, описывающей магнетики, бинарные сплавы и многие другие системы. Стало понятно, что в критической точке (например, где жидкость неотличима от пара) имеются флуктуации всех масштабов, от атомных до размера системы. Эти флуктуации настолько сильно перенормируют свойства системы, что они становятся универсальными.

Турбулентность – это сильно неравновесное состояние больших систем, в которых масштаб накачки сильно отличается от масштаба затухания. В результате происходит каскадная передача потока энергии по масштабам, так что, как и в критической точке, имеются флуктуации многих масштабов. Фундаментальный вопрос турбулентности: насколько она универсальна?

Колмогоров и Обухов в начале 1941 г. предположили, что поток энергии полностью определяет статистику турбулентности, которая, таким образом, была бы универсальной на масштабах много меньше масштаба накачки. Иными словами, турбулентность воздуха позади автомобиля должна была быть такой же, как и турбулентность воды позади турбины.

Зимой 1942 г. в Казани, куда была эвакуирована часть Академии наук, Колмогоров рассказал о своих работах по турбулентности в присутствии Ландау. В 1944 г. вышла «Гидродинамика» Ландау и Лифшица, где в подстрочном примечании было объяснено, что гипотеза универсальности (называемая теперь КО41) не может быть справедливой вследствие флуктуаций потока энергии, которые зависят от типа возбуждающей силы. Несмотря на несправедливость КО41, предлагаемый ею закон распределения энергии по масштабам (закон пяти третей) довольно близок к наблюдаемому экспериментально и оказался чрезвычайно полезным, как в технике, так и во многих областях науки, от геофизики до астрофизики.

Этот закон был независимо переоткрыт Онсагером, Прандтлем, Гейзенбергом и Вейцзекером. Энергия пропорциональна квадрату скорости в несжимаемой жидкости, поэтому закон пяти третей касается только второго момента функции вероятности скорости. Более же высокие моменты уже довольно сильно отклоняются от КО41, как было экспериментально обнаружено в пятидесятых годах. В ответ на это, Колмогоров и Обухов в 1962 г. предложили более изощренную гипотезу, которая учитывает флуктуации потока энергии, но предполагает функцию вероятности этих флуктуаций универсальной, причем такой же, как в задаче о дроблении камней в камнедробилке – логнормальной (т. е. логарифм потока имеет нормальное Гауссово распределение вероятности). Увы, вихри в жидкости дробятся иначе, чем камни в камнедробилке, так что предсказания КО62 не соответствуют реальности.

Попытки выразить всю статистику скорости так или иначе через поток энергии провалилась. И теперь мы знаем почему: благодаря работе четырех русских за границей – трем выпускникам НГУ, Колоколову, Черткову, автору, и примкнувшему к ним Лебедеву, тогда сотруднику, а теперь директору Института Ландау. Параллельно с группами во Франции и Америке нам повезло найти модель турбулентности, которую удалось решить аналитически. Таким образом, в теории турбулентности, как в статфизике, возник свой «момент модели Изинга», после которого она концептуально изменилась.

Модель эта была еще в шестидесятых годах предложена Казанцевым в России и Крейчнаном в Америке и заключается в предположении о быстрых флуктуациях поля скорости во времени. Эта модель стандартно применялась для инженерных расчетов. Крейчнан первым понял, что эта же модель может пролить свет на фундаментальную проблему универсальности в турбулентности, потому что принципиальными являются не временные корреляции скорости, а ее пространственная структура, а именно негладкость в пределе исчезающей вязкости.

Предположение о быстрых флуктуациях позволяет получить замкнутые уравнения на все корреляционные функции скалярного поля (примеси или температуры), переносимого турбулентностью и в принципе найти высшие моменты и выяснить, определяются ли они полностью потоком. Такое уравнение на четырехточечный момент мне показал в 1993 г. Крейчнан и вручил две странички, где было показано, что простейшее решение с потоком не удовлетворяет граничным условиям, так что должно быть что-то еще.

Что же это? Крейчнан со вздохом сказал, что он долго пытался найти решение и не смог. Не удивительно – уравнение второго порядка в шестимерном пространстве (шесть расстояний между четырьмя точками), мало не покажется. «Может быть, сумасшедшие русские возьмутся?» – с надеждой спросил Крейчнан. Я листики взял, но вскоре меня отвлекли другие вещи, которыми мы занимались с Лебедевым, работавшим тогда в Израиле в рамках программы Ландау–Вейцман. Миша Чертков тогда был моим аспирантом, а Игорь Колоколов приехал поработать на несколько месяцев. И вот уже в 1994 г., приходят к нам Игорь с Мишей и радостно сообщают, что они изобрели (очевидно, независимо) такую модель, где получаются замкнутые уравнения на все моменты. Достал я Крейчнановские листики и решили мы, что самое время «сумасшедшим русским» попробовать.

Прорыв случился, когда мы догадались записать уравнение в пространстве произвольной размерности и заметили, что для бесконечной размерности самый противный кусок уравнения исчезает, а оставшийся имеет простое Гауссово решение. Вообще, в бесконечномерном пространстве теоретикам жить намного свободнее. После этого заняло несколько месяцев построить теорию возмущений по малому параметру обратной размерности пространства и убедиться, что действительно в решении имеется кусок (который мы назвали *нулевой модой*), никак не сводящийся к потоку.

Удивительно, но факт: в это же самое время с точностью до недели Гаведский и Купиайнен (Франция-Финляндия) нашли решение этого уравнения для трехмерного пространства в пределе сильной негладкости поля скорости. В лучшем духе научного сотрудничества мы обменялись еще неопубликованными рукописями и убедились, что применение их метода к пространству большой размерности дает тот же ответ, что и применение нашего метода к сильно негладкому случаю. После чего с легкой душой послали статьи в печать.

В это же самое время появилась статься американцев Шраймана и Сиджиа, где нулевые моды были обнаружены в несколько более простой модели в пределе почти гладкого поля скорости. Я не очень понимаю, почему так случается: тридцать лет ничего не происходит, а потом на интервале в несколько месяцев появляются сразу три работы, по сути делающие одно и то же открытие. После получения четвертого момента казалось, что рассмотрение более высоких моментов включает столько переменных, что решение не найти. Однако в 1996 г. мы с Чертковым сообразили, что главную нулевую моду можно найти для любого момента.

Эти первые работы вызвали лавину последующих публикаций, расширяющих, обобщающих и истолковывающих. Что же нового мы поняли о турбулентности? Стало ясно, что статистика турбулентности никак не сводится к каскаду энергии. Наши нулевые моды оказались статистическими интегралами движения. Например, из расстояний между четырьмя точками в турбулентном потоке можно построить такую функцию, которая будет в среднем сохраняться во времени, несмотря на то что расстояния быстро меняются и точки в среднем разбегаются. Вот эту-то функцию мы и нашли в модели Казанцева-Крейчнана. Многоточечные корреляторы и высшие моменты определяются вовсе не потоком, а этими статистическими законами сохранения. Даже второй момент поля скорости (который, как мы помним, задает распределение энергии по масштабам) следует не закону пяти третей, а определяется законом сохранения, построенным из двух векторов: разностей позиций и скоростей двух частиц жидкости. Впрочем, в трехмерном пространстве степень этого закона сохранения таки близка к пяти третям, так что геофизики и астрофизики могут себе позволить оставаться в 1941 г.

Возникшее описание высших моментов турбулентных полей имеет и практические приложения для описания вероятностей сильных флуктуаций. Но главным все же представляется концептуальный момент: статистических интегралов движения бесконечное количество, так что статистика турбулентности зависит от бесконечного количества параметров, только один из которых – поток энергии (задающий третий момент). А вот формы законов сохранения, по всей видимости, являются универсальными, то есть независимыми от способа возбуждения. С общефизической точки зрения интересно отметить, как очередная встреча геометрии, статистики и физики принесла неожиданные плоды.

Подробнее – в моей книге «Современная гидродинамика. *Краткий курс*»

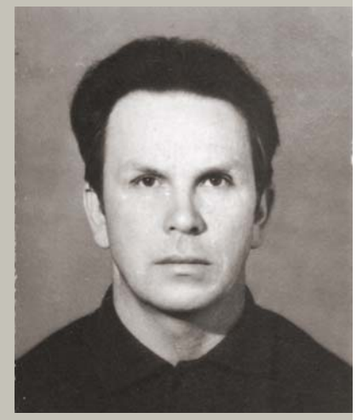
НАУКА — ЗАНЯТИЕ ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНОЕ

СЕРГЕЙ ТУРИЦЫН,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 1982 Г.
МЕСТО РАБОТЫ:
УНИВЕРСИТЕТ АСТОН, ИНСТИТУТ ФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ, И НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, ЛАБОРАТОРИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ФОТОНИКИ, РОССИЯ.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
НЕЛИНЕЙНАЯ ФОТОНИКА, ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ, ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ

У меня не было никаких, даже самых приблизительных представлений об учебе в университете. Я просто не задумывался на эти темы, когда приехал поступать в НГУ из города Ангарска Иркутской области. Так же, как и не думал я особо во время учебы, где и кем буду работать после НГУ. Вот такой советский инфантилизм. Поэтому то, как все проходило в университете, превзошло все ожидания. В первую очередь, у меня были замечательные преподаватели, я назову их без какого-то особого порядка, и заранее извиняюсь, если пропущу кого-то: Чириков, Хриплович, Меледин, Коткин, Сербо, Чаплик, Рютов, Зелевинский, Иванов, Чересиз, Львов, Брейзман, Мушер и другие. Но в решающем смысле на мои взгляды на жизнь и науку, конечно, больше всех повлиял мой научный руководитель – Евгений Александрович Кузнецов и люди вокруг, такие, как Александр Рубенчик, Семен Мушер, а также Гриша Фалькович (он был на два года старше, но я все равно его назову) и Игорь Колоколов (он был младше, но я тоже его назову). Не хочу всех перечислять, чтобы кого-то не обидеть. С сокурсниками, признаюсь, мы в основном думали не про науку.

Ярким впечатлением осталась в памяти первая лекция, которую прочитал нам уходящий ректор Спартак Тимофеевич Беляев. Ну и конечно, посвящение в студенты, капустники и другие праздники. Запомнилась встреча с режиссером Андреем Тарковским в ДК «Академия». Незабываемый период

Чаплик Александр Владимирович, академик, доктор физико-математических наук, профессор, специалист в области теории твердого тела и теории неупругих столкновений.



Меледин Генрий Викторович, профессор кафедры общей физики НГУ

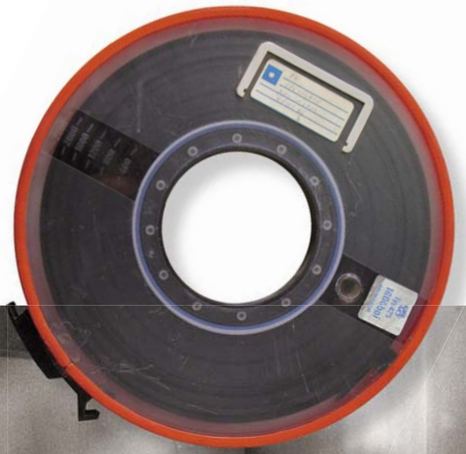
жизни в клубе физиков «Квант» и потом – в команде КВН. Поездка с интеротрядом вместо Чехословакии на БАМ, зарабатывание на жизнь заделыванием швов на домах – уроки жизни от Андрея Брызгалова – все это я помню до сих пор.

Тема моей дипломной работы – устойчивость многомерных солитонов. Сейчас занимаюсь, с одной стороны, похожими задачами из нелинейной физики, но, с другой стороны, в гораздо более практических приложениях – в телекоммуникациях, волоконных лазерах и других областях.

Окончив университет, я работал в Институте автоматики и электрометрии СО РАН. Мысли уехать за рубеж не было вовсе. Толчком послужило то, что Юра Кившарь на конференции по нелинейным волнам в Киеве сказал, что он получил стипендию им. Гумбольдта и поедет в Дюссельдорф, в ФРГ. На мой вопрос, а что это такое, он не только ответил, но и познакомил со своим немецким профессором. Который, в свою очередь, спросил, интересно ли мне подать на эту стипендию, и предложил писать проект. Примерно таким образом все и свершилось. А идеи остаться за рубежом не было еще лет пять после того, как я там уже жил.

Боюсь показаться странным или скрывающим что-то, но и про работу, и про жизнь за границей у меня тоже не было никаких представлений. Поэтому воспринял все как данность.

Лучше ли заниматься наукой за рубежом, чем в России? И да, и нет. И термины «хуже» или «лучше», тоже не вполне, как мне кажется, правильные. Вообще наука – это занятие интернациональное, которое объединяет мир и делает все и всех ближе. То есть вопрос слишком общий, и за всех отвечать не буду. Если про меня, то у меня в Англии есть стабильная возможность мало от кого зависеть и делать то, что хочешь. Для меня это важно. Сейчас, правда, и в России у меня такая возможность есть. Не знаю, насколько стабильная. В России сейчас возникает много новых возможностей для занятий наукой и если это будет устойчиво, то и разницы большой не будет.

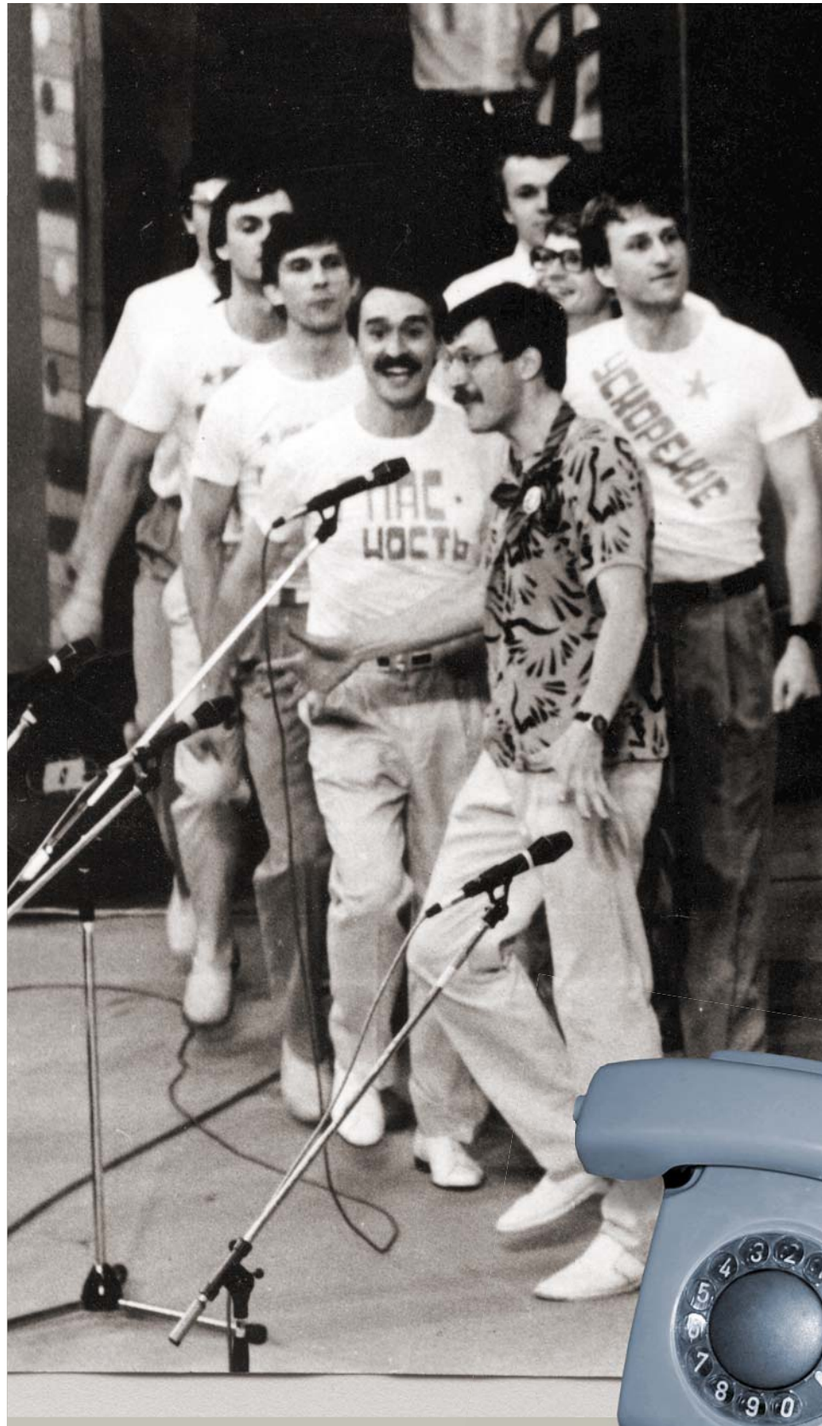


НАУКА из первых рук http://soft.ru/papers/nauka-zanyatie-internatsionalnoe/ Сентябрь – 2014 – № 3/4 (57/58)

Слева – Спартак Тимофеевич Беляев, ректор университета с 1965 по 1978 г.

Что могло бы повлиять на мое решение вернуться в Россию? – Мнение моей жены, например. Речь ведь для многих – не про работу, а и про семью, про детей. Дело не только и не столько в деньгах, а в системе, защищенности и независимости от чьих-то дурацких мыслей и экспериментов, стабильности, наконец, и возможностях делать интересные вещи. И, вообще, я уже провожу 4 месяца в году из 12 в России. Зачем какие-то слова – «уехал», «вернулся»? У многих людей в науке работа уже давно не сосредоточена в одном месте.

Шансы у НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов какие-то есть. Это не гарантировано, но возможно. Сильно бы помогло, если бы, как и раньше СО РАН и НГУ стали единым целым не только по сути, но и формально. Если бы НГУ стал суперуниверситетом с тремя десятками исследовательских институтов, сохранивших значительную академическую автономию, но полностью работающими на славу и престиж НГУ, то это было бы заметно в мировом масштабе. Все другие мероприятия тоже могут помочь, но не в такой степени. Свой небольшой вклад, безусловно, собираюсь делать и уже работаю в лаборатории НГУ, надеюсь, и дальше буду работать.



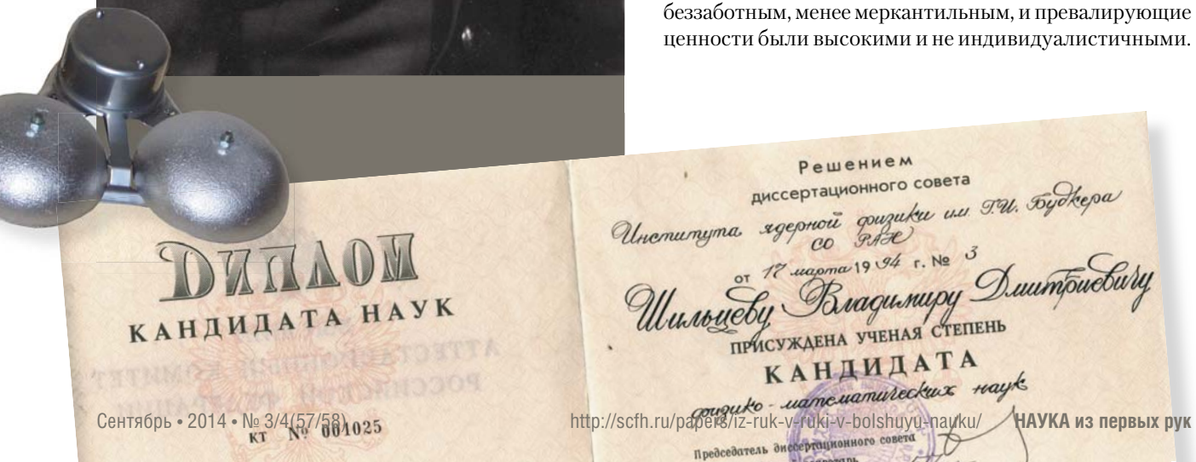
ИЗ РУК В РУКИ В БОЛЬШУЮ НАУКУ

ВЛАДИМИР ШИЛЬЦЕВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 1988 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
НАЦИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИМЕНИ Э. ФЕРМИ, США.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
ФИЗИКА ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, ФИЗИКА УСКОРИТЕЛЕЙ

На физфак НГУ я пришел после двух лет обучения в нашей ФМШ. А туда – из города Осинники Кемеровской области через областную олимпиаду по химии. Такая дорога в НГУ была, что называется, «накатанной».

В ту пору ФМШ довольно точно воспроизводила учебный процесс первых курсов НГУ. Но с 3-го курса начиналась практика в ИЯФ, это было, конечно же, новое. Большим потрясением стал призыв в Армию после второго курса. Уходили с тяжелыми мыслями (потерянное время, отставание, «отупение»), а оказалось – не так страшно, особенно с высоты прожитых лет... Более того, вернулись в НГУ 97 % ушедших и стали учиться с утроенной энергией. Прямое соприкосновение с реальной жизнью «бодрит», «прочищает мозги» и дает неоценимый опыт сопротивления трудностям.

Если говорить об атмосфере тех лет, на мой взгляд, тогда, в середине 80-х гг., общество в целом было более беззаботным, менее меркантильным, и превалирующие ценности были высокими и не индивидуалистичными.



Преподаватели в НГУ и на этом фоне выделялись нетривиальностью (почти все – действующие ученые) и, должен подчеркнуть, очень профессиональным подходом к обучению. Преподавание для них было частью большого дела, которое каждый считал важным сделать как можно лучше, несмотря ни на что. А для студентов очень много значила репутация преподавателя, как «большого ученого». Вначале – даже безо всякого понимания сути их достижений, просто «дремучее уважение» по слухам. У нас было много выдающихся профессоров-ученых, навскидку вспоминаются имена И. Н. Мешкова, В. Г. Дудникова, С. Иванова (ИМ), И. Б. Хрипловича, А. Вайнштейна, М. С. Золотарева, и др.

Как меня «занесло» в мою теперешнюю специальность? Дело в том, что в университете я хорошо учился и в какой-то момент, на третьем или четвертом курсе, когда уже надо было распределяться, мне «загорелось» заниматься теоретической физикой – это считалось самым интересным и престижным. Иосиф Бенционович Хриплович из ИЯФа, который читал нам в НГУ

В стройотряде после 1 курса *(слева)*

Выпускной класс в ФМШ с родителями,1982 г.

ФМШ, с учителем физики Оливером Яковлевичем Савченко,1982 г.

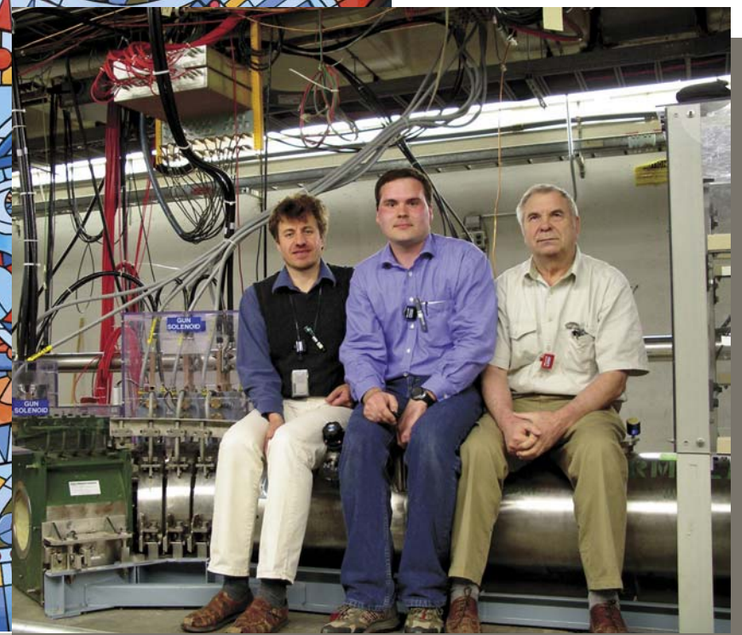
Третье международное совещание по линейным коллайдерам, *Протвино, 17—27 сентября 1991 г.*

квантовую механику, прослышав, что у меня такие завиральные идеи в голове – идти в теоретики, говорит мне: «Володя, ну что Вы! Я Вас лучше знаю – Вам туда не надо. Я сейчас Вам найду хорошего шефа, идем». Разговор этот происходил в ИЯФе, потому что какие-то лекции читались там. Идем мы по ИЯФу, и тут выходит из какой-то двери Николай Сергеевич Диканский, сейчас академик, а тогда руководитель лаборатории ускорительной физики. Хриплович говорит: «Коля, слушай, тут студент пропадает хороший. Ты его должен обязательно себе взять». Диканский немного опешил, но отвечает: «Ну, ладно!». Тут же передают меня из рук в руки. Диканский проводит меня еще шагов десять, хватает другого своего сотрудника, Василия Васильевича Пархомчука, и говорит: «Василий! Вот тебе студент. Работай с ним». И отдал меня. Так «из рук в руки», буквально на сороковом шагу меня «отдали» Пархомчуку, и это, честно говоря, была большущая удача в моей жизни.

У Василия Васильевича Пархомчука, тогда заведующего группой, а сейчас – большой лабораторией в ИЯФе и члена-корреспондента Академии наук, метод обучения был простой. Он сажал меня рядом, и мы вместе делали работу. В течение трех лет, каждый день: встреча в 8 утра, уход в 8 вечера. В одном и том же эксперименте. Вот он и «поставил мне руку» и ввел в науку.

Без сомнения, на мой интерес к науке влияло и то, что наша 231-я группа была чрезвычайно сильной и талантливой – четыре или пять Ленинских стипендиатов, и вообще курс был полон «нетривиальными» людьми. В итоге – более половины пошли в науку и добились потрясающих высот. Со многими и до сих пор работаем либо бок о бок, либо довольно близко – Саша Александров, Паша Логачев, Регина Демина, Сергей Нагайцев, Валера Заварзин, и др.

Вообще, спустя четверть века помнится в основном неординарное. Это, кстати, объясняет, почему с возрастом время летит быстрее – человеческое



Беседа с ректором НГУ

Справа – Мехико 2014 г –
Curandero совершает обряд Limpia
(отгоняет злых духов)

восприятие времени связано с новыми впечатлениями, новым опытом, событиями, ранее не пережитыми, а чем больше опыт, тем реже они происходят – почти все уже было. Поэтому из впечатлений об учебе – две пересдачи с «4» на «5» для поддержания «идеального» диплома, одна на первом курсе (алгебра) и вторая – на предпоследнем (что-то из электроники). Остальное – лекции, семинары, зачеты, экзамены, и так по кругу. А вот в молодой жизни в это время много чего было запоминающегося – стройотряды летом (в Алтайском крае и на Чукотке), как уходили всем курсом в армию, маевки (знают ли еще, что это такое?) с песнями и великолепными плакатами с портретом Че Гевары, «любовь, комсомол и весна!» (слова из песни, которые не выбросишь), кружок энтузиастов (!) по самостоятельному (!!) изучению работы Ф. Энгельса «Происхождение семьи, частной собственности и государства» (!!!), поездка в группе студентов НГУ по обмену в Стэнфордский университет и прием американских студентов у себя, песни на магнитофонах – Высоцкий, Цой, «Машина времени», Гребенщиков... В телевизоре, журналах и газетах – начало брожения в умах, скоро закончившегося «величайшей геополитической катастрофой XX века...»

Темой моей дипломной работы были «Экспериментальные исследования компенсированного электронного пучка» (кто-нибудь понял что? – добавляли ионы в электронный пучок), а сейчас занимаюсь супер-ускорителями следующих поколений – на самую большую мощность пучков или на самую большую в мире энергию частиц, больше, чем в БАКе.

После окончания НГУ в 1988 г. я работал в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН и его филиале в подмосковном городе Протвино (1988–1994), с 1996 г. – в Национальной лаборатории им. Энрико Ферми под Чикаго, в США. С 2007 г. возглавляю там одно из подразделений – Центр ускорительной физики.

«Идеи уехать» за рубеж, как таковой, не было. Было понимание, что ученому надо двигаться, чтобы расти и чувствовать себя «небесполезным» для общества, как научного, так и в более широком смысле.

В нашей науке (физике элементарных частиц) жизнь обычно идет, как череда проектов – удачных или неудачных. Причем, последних в моей жизни было больше. Далее я перечислю для иллюстрации ряд названий, которые мало чего скажут неспециалистам. Например, в начале 90-х гг. в СССР подряд застопорились или остановились три проекта больших ускорителей: УНК, С-Тау Фабрика, ВЛЭПП. После чего я переехал в Германию, где участвовал в проекте TESLA (тоже «не пошел», но позднее), и далее – в США. В Америке также участвовал в ряде неудавшихся проектов – SSC, VLHC,

Лекция в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга МГУ, 2013 г.

MuonCollider, ILC, но были и удачи – например, работа на коллайдере Tevatron с проектом электронных линз и исследования для коллайдера LHC. Сейчас вот движется проект постройки исследовательского ускорителя ASTA в Фермилабе.

Моя работа за рубежом и в России ничем особенным не отличались и не отличаются: научная деятельность и в Африке – научная деятельность. Мои представления о жизни за рубежом до переезда формировались прессой, личными впечатлениями коллег и книгами и не сильно пострадали от погружения в действительность. Надо заметить, что по сути своей жизнь в Америке – если говорить не об отдельном ученом, а шире, о жизни общества – довольно-таки точно описывалась в моей любимой детской книге «Незнайка на Луне» (роман-сказка, написанная талантливейшим детским писателем Николаем Носовым в 1964 г.)

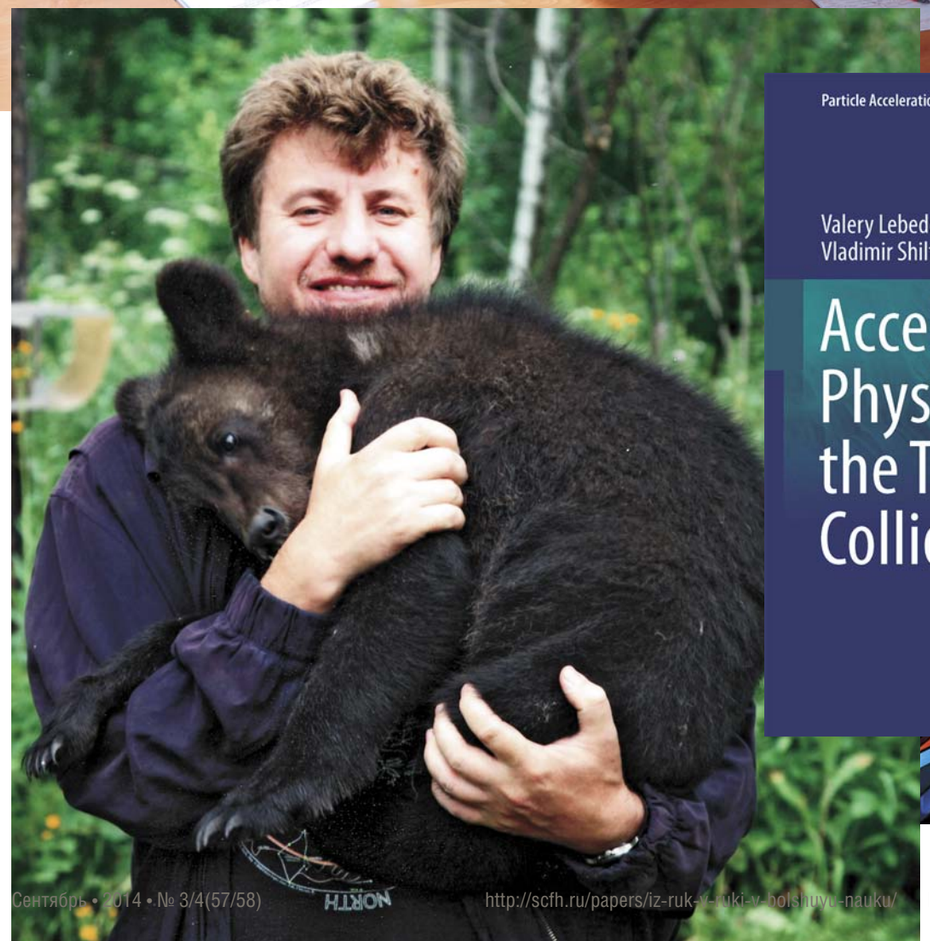
На вопрос «Лучше ли заниматься наукой за рубежом, чем в России?», отвечу так: наукой лучше заниматься серьезно и хорошо – то есть, когда у тебя получается что-то «по гамбургскому счету», а где – это вторично, зависит от обстоятельств. Например, изучением вечной мерзлоты или систематикой щетинконосых пиявок Чукотки, наверное, лучше заниматься в России. А в такой дорогой и интернационализированной науке как физика, отдача на человеко-год усилий, считаю, выше вне пределов нашего Отечества.

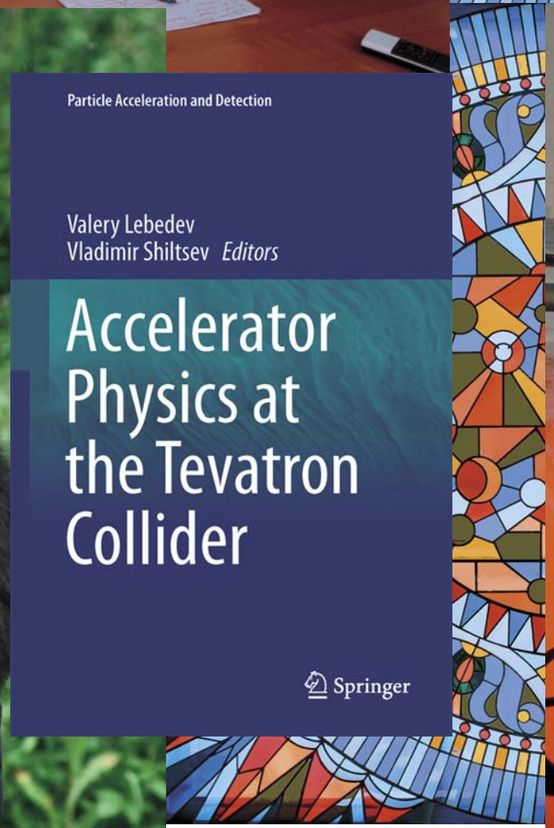
Мог ли бы я вернуться в Россию? Если оставить в стороне оговорки о том, что «я и так бываю в России часто», и что «каждый из нас всегда носит в себе частицу родной страны» – то подобного рода решения мотивируются уверенностью в своей нужности и возможности толково реализовывать свои таланты и использовать свой опыт. Лишь бы нашлось такое подходящее дело.

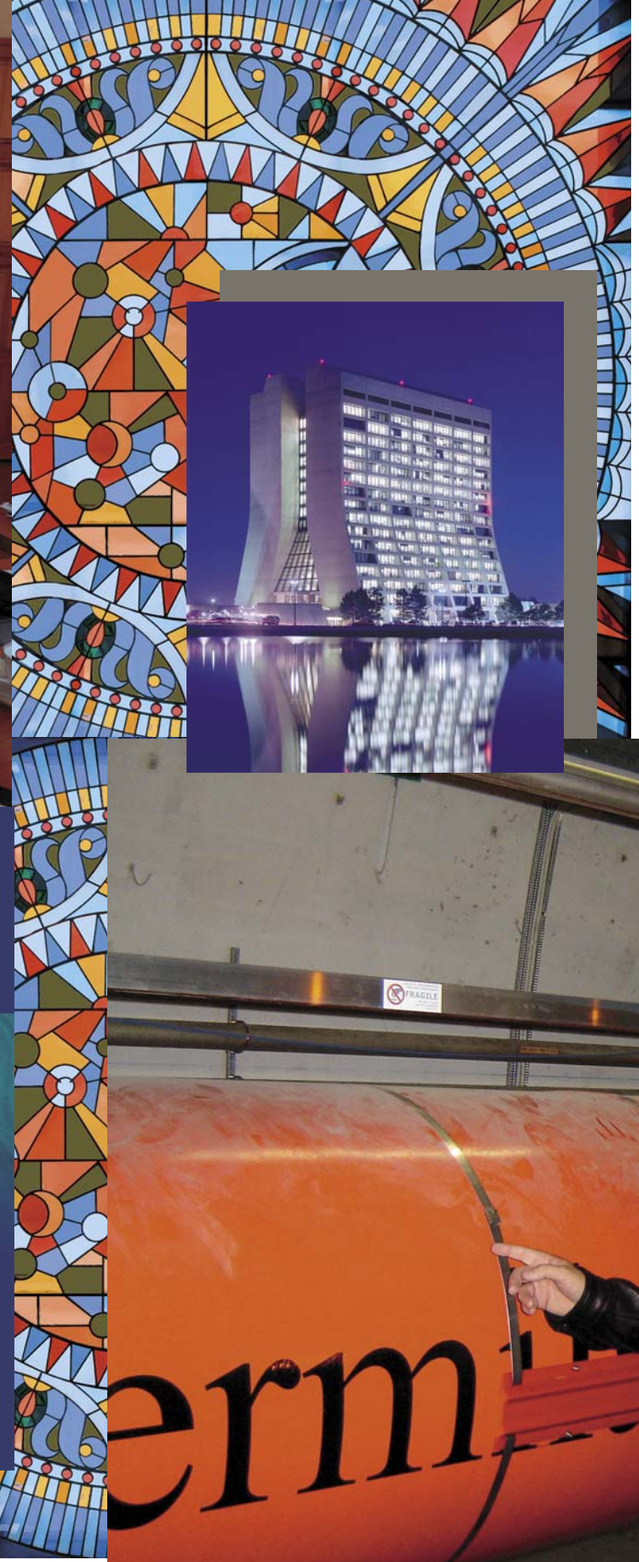
О возможности НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов к 2020 г., скажу следующее: шансы, конечно же, есть, они особенно высоки в рейтингах, выделяющих естественнонаучные дисциплины и связь с наукой. С другой стороны, средства выделяемые государством на эти цели и привлекаемые НГУ из других источников не столь велики, чтобы выбить хотя бы один из вузов, уже находящихся в заветной сотне. Например, сейчас под № 100 в рейтинге *QS World University Rankings – University of California, Davis* (США), который имеет раз в 5-10 большее финансирование на студента в год. Так что нужен какой-то нестандартный подход – либо создать свой рейтинг, либо перенести одну цифру в дате (например, на 2200 г.), либо добавить один нуль и попасть в ТОП-1000. А если серь-

С И.Н.Мешковым – моим преподавателем и профессором НГУ – в Архангельске (апрель 2013).

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/iz-ruk-v-ruki-v-bolshuyu-nauku/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)







езно, рейтинги – не самоцель. Я думаю, что и народ, и государство «простят» университеты, даже если они не попадут в сотню, но покажут (как уже показывают), что при минимальных вложениях они могут давать замечательные улучшения, как в качестве, так и в количестве хорошо образованных, умных и знающих молодых людей, которые находят свое место в жизни страны и знают, как сделать ее лучше, а себя и окружающих – счастливее. Недавно нами созданная ассоциация выпускников «Союз-НГУ», членом которой я являюсь, и руководимая мной Международная ассоциация русскоговорящих ученых (RASA) уже активно помогают университету в этой деятельности. Это включает в себя чтение лекций, кампании по привлечению средств, пропаганда университета в СМИ, создание совместных лабораторий, стажировки студентов в лидирующих мировых научных центрах, совместные публикации в высокорейтинговых журналах и прочее.

«В ЛЕТНЕЕ ВРЕМЯ, В ТЕНИ АКАЦИИ...»

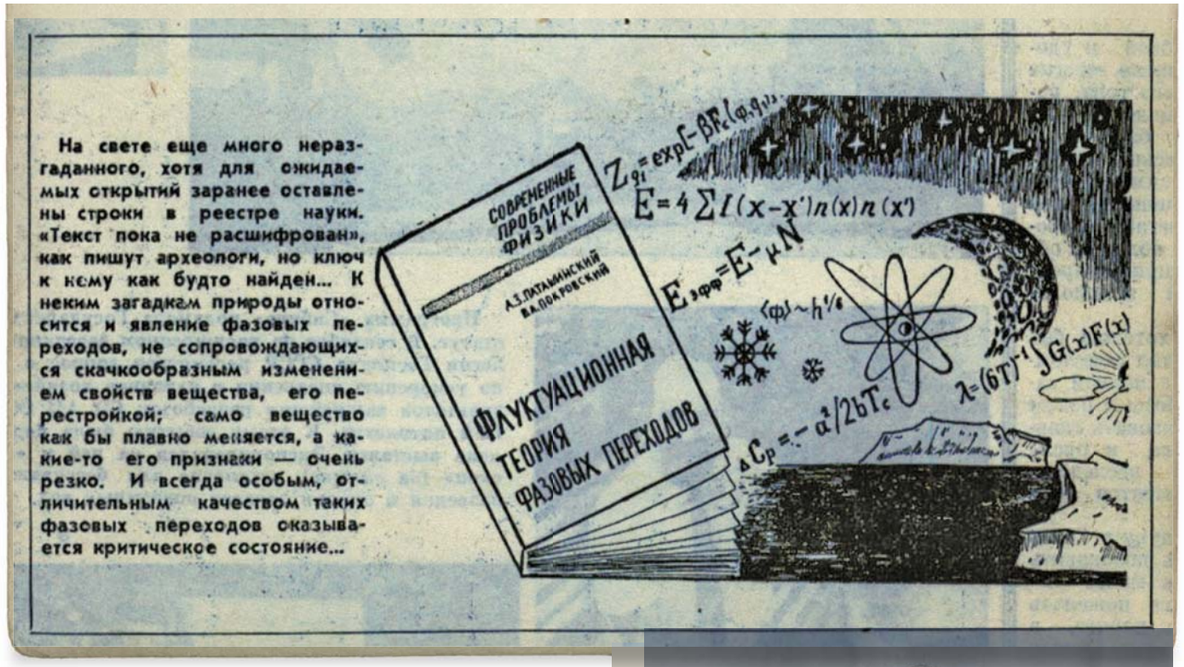
МИХАИЛ ЧЕРТКОВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ, 1990 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
ЛОС-АЛАМОССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, США.
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА В ПРИЛОЖЕНИЯХ
К ИНЖЕНЕРНЫМ ЗАДАЧАМ
В ЭНЕРГЕТИКЕ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Автор – студент второго курса физического факультета (1984)

Я из Петропавловска-Камчатского. По олимпиадным делам попал в ФМШ, ну и далее – без остановок. Развивался я по мере учебы, так же трансформировались мои представления о науке. То, что я получил лучшее образование в том направлении, которое меня интересовало (теоретическая физика), из того, что было доступно в Союзе (а может, и в мире) – это точно.

Учителем по жизни и в науке считаю Александра Захаровича Паташинского – моего любимого научного руководителя. Он был (и есть – живет и работает в Чикаго, США) умен, породист и смел. Иногда порол, но чаще хвалил. Научил быть самоуверенным, не ограничивать себя в фантазиях, и если за что-то взялся – делать лучше всех. Объяснил, что теоретиком, интересующимся прикладными задачами (и везде сующим нос), быть интересно и правильно.

Важна для развития, конечно, была и студенческая среда. Конкретно – Лев Попович, Илья Ланский и Макс Поспелов. Это на первых двух курсах, пока их в армию не забрали (мой черед пришел через год). Общались мы разнообразно – соревновались в решении задач/учебе, веселились и образовывали друг друга (мы все физики-теоретики). Я в армию попал после третьего курса и на четвертом-пятом балансировал между кафедрой низких температур (в криогенном корпусе Института неорганической химии) и теоретическим отделом ИЯФа, куда был приписан научным руководителем. К этому



времени в вышеупомянутую команду «теоретиков-однокурсников», с которыми я плотно общался по науке и жизни, влились Олег Яковлев и Слава Костюк.

Из общественных молодежных «радостей» запомнился военно-патриотический (во!) велопоход «Поиск» (вроде как вместо стройотряда) – это до армии (я там и командиром побывал в 1985 году). Ну а после армии (женитьбу и рождение первого сына пропускаем) важным для меня было знакомство и общение с Игорем Колоколовым, Кешей (Евгением) Подивиловым и Димой (Давидом) Шапиро. Это уже на 4-м—5-м курсах и с переходом в ИЯФовскую аспирантуру. Игорь, Кеша и Дима – к тому времени уже матерые ученые – приняли меня в свою команду как равного, и я стал активным участником «домашних» теор-физических семинаров. Собирались мы (человек 5—6) раз в неделю в аспирантской общаге на Золотодолинской по пятницам после обеда. Семинары давали друг другу по очереди – о том, что горячо и интересно. Длился каждый семинар по 3—4 часа и заканчивался пивом. Записи семинарские вели в «Журнале бочкового разлива».

Диплом я защищал про динамику фазовых переходов. Подходящий эпиграф из Козьмы Пруткова (который я включить в диплом не решился) такой: «В летнее время, в тени акации приятно мечтать о дислокации». Про дислокации – не военные, а в твердом теле – я тогда думал много, и не только летом.

Сейчас я занимаюсь прикладной/инженерной наукой, представляющей из себя сборную солянку статистической физики, вычислительных и инженерных технологий. Полушутя я себя называю «физик-теоретик-инженер». Я про эту довольно новую и (надеюсь) интересную для нынешних студентов деятельность – относительно молодую и потому совсем не представленную в НГУ – постараюсь что-то вразумительное написать... Скоро.

После НГУ я уехал за границу. Толчком к этому шагу послужило то, что все как-то собралось в кучу. Существенное количество старших коллег, включая моего замечательного шефа, уехали. Академ буквально в одночасье превратился из центра (моей) вселенной в научную провинцию, где было к тому же голодно. Если бы не помощь родителей (моих и жены), нам бы просто не хватало на еду.

Паташинский (мой руководитель) тогда был в Германии и вызвал меня на месяц в Брауншвайк. Место, что касается науки, так себе, да и денег на все про все в той поездке у меня было мало – на еду и не более того. Но зато я осознал: мир для меня открыт, а с тем, что я уже умею, можно сделать карьеру. Понял: выбор (куда ехать и чем заниматься) достаточен, но место выбирать для «международного» прыжка надо с умом. Из этой поездки в феврале 1992-го я приехал с решением, и в октябре того же года мы уже были в Израиле. И вот что из этого вышло: в Институте Вейцмана я получил Ph.D., в Принстоне был постдоком, последние 16 лет работаю в Лос-Аламосе.

Представления, что и как будет, были расплывчаты. Повезло с Институтом Вейцмана, куда меня Гриша Фалькович (тоже выпускник НГУ) взял аспирантом еще до того, как я до Израиля доехал. Про Гришу я много слышал, но лично знаком не был, а помогла неформальная рекомендация Игоря Колоколова, с которым я к тому времени и сдружился и сработался. Как раз в те годы, когда я там был в аспирантуре (1992–1996), физический факультет Института Вейцмана превратился сначала в филиал, а потом и в эпицентр взаимодействия Запада с ведущими теоретиками института Ландау (и России) из Черноголовки. Насколько я знаю, Гриша Фалькович пишет «эссе-рассказ» для юбилейного сборника НГУ про этот «героический» период нашей работы в Институте Вейцмана, а заодно и вскользь про Ландау-Вейцман программу-проект и участие в нем нас, новосибирцев.

Наука – дело интернациональное и непростое. Для занятий наукой нужны условия, команда и атмосфера. Нужно ездить на конференции и к коллегам, раскиданным по всему миру, за новыми идеями/фантазиями. Если не создавать искусственных преград (типа тех, которыми нас удерживали в Советском Союзе) – нормальная траектория преуспевающего ученого покрывает многие города и страны. Это норма. В Советской России доперестроечного периода такой атмосферы мобильности просто не было. К тому же из-за отъезда многих хороших ученых создался вакуум. Хотя ситуация (финансовая и научная) за последние годы, несомненно, улучшилась, осознание того, что любое место, претендующее на значимость в научном смысле, должно быть «продуваемо», к сожалению, еще не возникло.

Реплика в сторону про «продуваемость». Эта палка о двух концах – какой бы ты сам ни был великий ученый, но если ты не отправляешь своих лучших аспирантов на постдок в лучшие американские, европейские, израильские и прочие лаборатории, про тебя и знать будут меньше (если вообще будут), да и на постдок к тебе (не говоря уже о постоянной работе) никто из стоящих молодых ученых не поедет.

В Лос-Аламосе мне заниматься наукой комфортно. Дело тут даже не в зарплате (которая по современным российским понятиям хорошая, но вполне сравнимая с тем, что сейчас можно получать в России по грантам), а в том, что место это не провинциальное – «ветер дует», пронося многих исследователей, являющихся «чемпионами мира» в своих областях. Не говоря уже о том, что у меня в распоряжении имеются возможности и ресурсы, достаточные для приглашения лучших студентов, аспирантов, постдоков и фактически кого угодно интересного мне по науке. Существенно также то, что баланс моего имени и имени моей организации обеспечивает почти стопроцентную гарантию того, что мои приглашения принимают. Создать аналогичные условия в другом месте, скажем в Академе, будет непросто.

Есть у меня сегодня связи и с Россией: я активно сотрудничаю со Сколтехом в качестве «профессора-консультанта», проводя в Москве 2—3 месяца в году. Так что я уже одной ногой в России. Дабы переехать/вернуться совсем, нужна подходящая научная и околонаучная атмосфера (которая, к слову, в Сколтехе и на определенных островках в Академе, таких как Технопарк, уже как-то создается, нарастая заново с постперестроечных времен), а также вышеупомянутая «продуваемость», до которой, впрочем, еще очень далеко.

Что я могу сказать о шансах НГУ войти в ТОП-100 мировых университетов? В этом деле важен не столько результат, сколько участие. Конкретное место не существенно, все же понимают, что критерии очень субъективны, но вот над тем, чтобы у универа начали расти международные вес и имя, надо работать. Такая работа должна развиваться по многим фронтам, что, конечно же, потребует денег и других ресурсов. В частности, нужно привлекать современных специалистов по PR и маркетингу – Академу и универу есть что продавать, но это «нечто» надо еще умело запаковать и показать. Привлечение к этой задаче бывших выпускников, преуспевших в соответствующем бизнесе как в России, так и за рубежом, представляется наиболее разумным.

Необычайно важно не фокусироваться лишь на перетасовке того, что в универе (и Академе в целом) и так уже есть, а прилагать специальные усилия для привоза нового, в частности, создавать специальные щедрые гранты для организации новых лабораторий молодыми учеными с международным опытом и именем, переезжающими/возвращающимися в Академ. Причем, я имею в виду гранты, не перекачивающие деньги в карман(ы), а дающие возможность покупать оборудование, нанимать аспирантов и постдоков, ездить по конференциям и приглашать для сотрудничества коллег со всего мира. Для ученых более мастистых такая схема тоже может сработать в дополнение к созданию так называемых «зеркальных» лабораторий, позволяющих плавно наращивать ресурсы НГУ в плотной координации с «основной» зарубежной лабораторией того же профессора/исследователя.

Особенно важным представляется мне импорт новых современных наук, не представленных в сегодняшнем НГУ. Из тех дисциплин, которые мне близки, речь, несомненно, идет о современной инженерной науке, как прикладной, так и теоретической. Про это я планирую в деталях написать в своем эссе.

Еще один важный момент: НГУ должен перейти в состояние поощрения и поддержки «режима продуваемости» в отношении мобильности молодежи, особенно студентов и аспирантов. От отправки лучших студентов и аспирантов за границу или в Москву – в тот же Сколтех, Физтех и т. д. – НГУ будет только выигрывать.

ФИЗИК-ТЕОРЕТИК-ИНЖЕНЕР, или АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ, СТАТИСТИЧЕСКАЯ и ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА

МИХАИЛ ЧЕРТКОВ

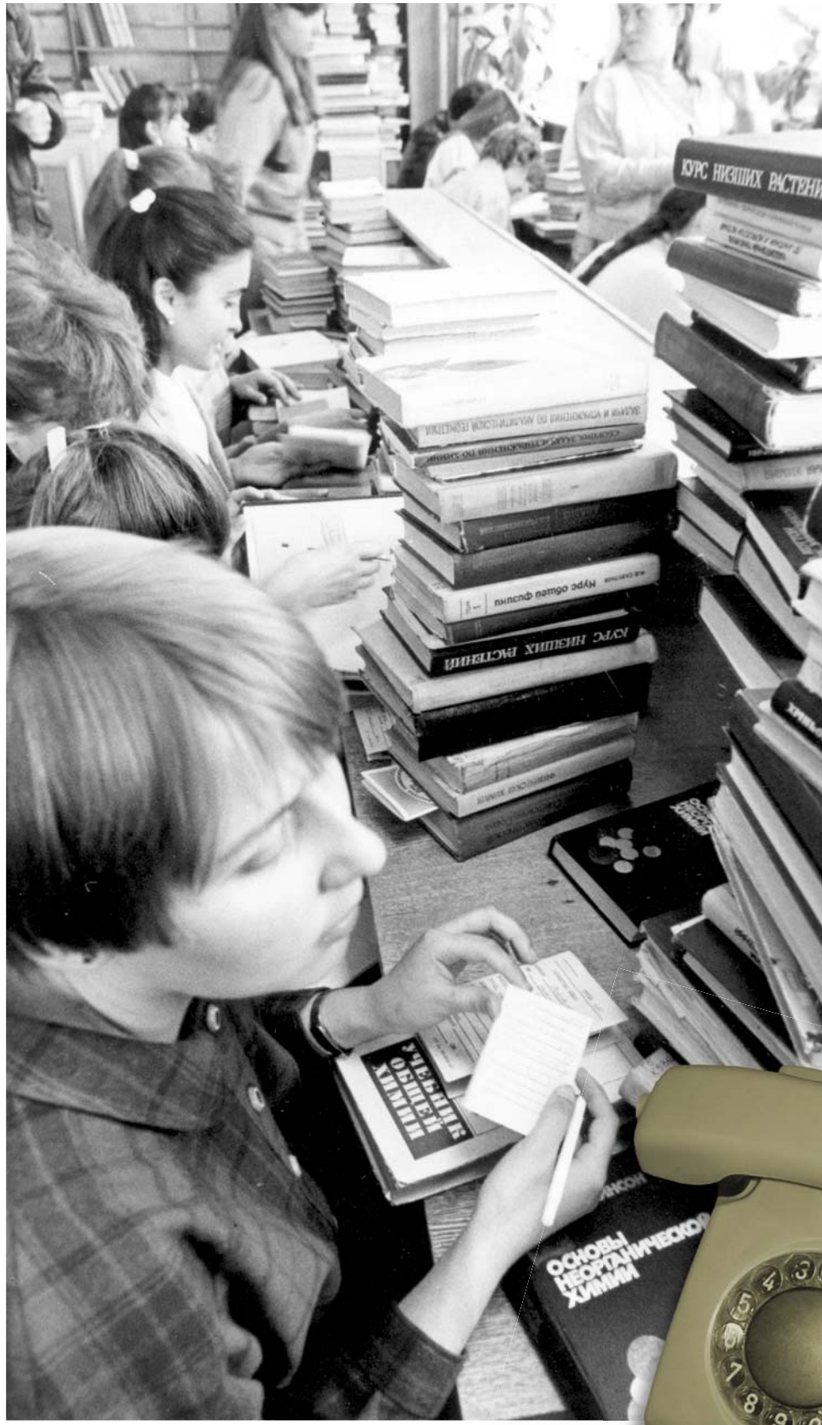
Эти записки биографические – отражающие эволюцию моих интересов, занятий и взглядов на протяжении последних 25 с небольшим лет. Срок не велик, но и путь не совсем стандартен, потому может быть интересен другим, – так я рассуждал, взявшись за сие писание. В особенности надеюсь на интерес к этим запискам студентов и аспирантов, обученных либо изучающих точные науки – физиков и математиков, склонных к теоретизированию, но при этом не чуждающихся приложений и компьютеров. Я абсолютно уверен в том, что многих из этого и следующего поколений *исследователей* (по передавшейся от моих учителей привычке я буду избегать слова «ученый», ассоциируемого с ученым котом) ожидает похожая трансформация.

Действительно, роль инженерных наук растет вместе с открывающимися возможностями. Как мне сейчас представляется, область инженерно-компьютерных приложений для точных наук необъятна. Притом что плотность исследователей на единичную меру возможностей привлекательно мала, и не потому, что исследователей мало, а потому что возможностей много. При этом в классических (физических) науках наблюдается стагнация – переизбыток исследователей необычайно высокого уровня, толкущихся на одном пятачке (если это и преувеличение, то небольшое).

Мы вполне привыкли к тому, что образованный физик способен относительно легко сменить занятие, переквалифицировавшись в бизнесмена, программиста или инженера. Однако мы предполагаем, что речь при таких (обычно необратимых) преобразованиях идет не о развитии физики как таковой, а, скорее, об эффективном применении натренированного навыка обучаться быстро. Заметим, что ситуация с математиками, погружающимися в инженерные науки (не во все, а в науки определенного сорта), может отличаться от вышеупомянутой кардинально. Возникли целые области, такие как теория информации, управление (контроль), теория вычислений, исследование операций, автоматическое (компьютерное) обучение и т. д., которые «прописаны» на инженерных факультетах, но при этом ведут эти темы математики по образованию, да и по сути занятий. Более того, развитие этих новых областей воспринимается математическим сообществом в целом как развитие инженерной, но математики. Выдающиеся математики второй половины XX в., такие как Колмогоров, Тирринг, Фон-Нейман, Шаннон, Канторович, Бодэ и другие, своими теоретическими работами способствовали появлению прикладных направлений, расширяющих математическую/теоретическую инженерию.

Почему физики (почти) не участвовали в этом революционном «открытии» новых инженерных областей, остается для меня загадкой. Единственное (но не вполне удовлетворительное) объяснение этому я вижу в том, что физики были заняты своими революциями – квантовая механика, ядерные исследования, теория поля, сверхпроводимость, ускорители, фазовые переходы. Меж тем, теоретическая инженерия не просто развивалась, а набирала обороты параллельно с развитием компьютерных технологий, т. е. по закону Мура экспоненциально быстро. Конечно же, столь стремительное развитие компьютеров произошло из транзисторной (полупроводниковой, силиконовой), т. е. физической, революции, но эта транзисторная физика так быстро ушла в технологию, что физики про нее забыли. Меж тем, многие из широкого спектра задач в теоретической инженерии явно или неявно – намеками – выходили на схожие физические вопросы, постановки или аналогии. Хоть и с запозданием лет так на 20–30, но неминуемо физики стали интересоваться и вносить вклад в эти новые инженерные дисциплины. Ниже я приведу несколько субъективно личных, но, надеюсь, разъясняющих примеров.

О личном. Начинал я как теоретический физик, без ложной скромности замечу – неплохо обученный по канонам школы Л. Д. Ландау, но при этом перенявший типичную для этой области и школы манеру смотреть чуть свысока на другие занятия. Но мне повезло с неортодоксальными учителями, соавторами,



коллегами, студентами, постдоками, а также обстановкой и возможностями, которые меня окружали последовательно в Академе, Вейцмане, Принстоне и Лос-Аламосе. Все это в комбинации трансформировало меня в довольно странного исследователя-оппортуниста, который по утрам может думать о квантовых спинах, в обед обсуждать, синхронизуема ли конкретная электрическая сеть, а закончить день в размышлениях о распределенном алгоритме для оптимального разбивания на пары *(matching)*.

Эволюцию моих (научных) занятий и интересов можно условно разделить на пять этапов, описание которых, собственно, и составляет суть этих записок. Разделение на этапы я провожу по времени и месту, где соответствующий интерес зародился и развился в занятие. Первый этап, стартовавший в Академе на последних курсах НГУ, проходил внутри традиционной физики. Этап этот в основном был обучающим (под чутким руководством Александра Паташинского) и формирующим мою физическую базу и кругозор. Я продвигался от классической гидродинамики и фазовых переходов к статистической и квантовой физике спиновых и электронных систем (последнее – во взаимодействии с Игорем Колоколовым и с уже, к сожалению, ушедшим Виктором Белиничером).

Второй этап, еще вполне физический, начавшийся во время Вейцмановской аспирантуры, закрепленный Принстоновским постдокством и продолженный в Лос-Аламосе, заключался в погружении в теорию турбулентности. Основной вехой этого периода стало построение в соавторстве с Гришей Фальковичем, Игорем Колоколовым и Володей Лебедевым теории аномального скайлинга пассивного скаляра (детали этого героического периода, отлично описанные в Гришиных записках, опускаю). Из этого периода также «растут ноги» моих переходящих (из периода в период) занятий инстантонами (изучением редких событий в контексте разнообразных приложений), а также прикладной и теоретической неравновесной статистической физикой.

Третий этап был инициирован «случайными» разговорами с Ильдаром Габитовым (тогда моим лос-аламосским коллегой, теперь профессором U. of Arizona, Tucson) об изучении эффектов шума и беспорядка на передачу информации в оптических волокнах. Мои «турбулентые» коллеги, Володя Л. и Игорь К., регулярно посещавшие меня в тот период в Лос-Аламосе, а также Володя Черняк, за которого мы «зацепились языками» во время одного из его первых (вскоре ставших регулярными) визитов, поддержали «разговор», быстро переросший в полноценное занятие для всей компании. Мы были мотивированы «социальным запросом» на качественную теорию со стороны экспериментаторов из Bell Labs (Молленауэра и Мамышева). Наша теория описывала, как последовательность импульсов, кодирующих информацию, распространяется по волокну, при этом рассеиваясь на флуктуациях и неоднородностях, встречающихся на пути. Статистическое описание явлений рассеяния как паразитных, приводящих к перекрытию импульсов, их дрейфу и деградации, было существенно для разработки и тестирования новых, менее шумящих волокон. К сожалению, волоконно-оптическому бизнесу, оплачивающему эти исследования, срок уже был определен – грянул *dot-com bubble* 2001 г. (из которого эта прикладная наука если и начала выбираться, то только сейчас). И, как предвестник проблемы, интерес коллег-экспериментаторов (и бизнеса, их финансирующего) к теории сошел на нет в одночасье. Благодаря ими «открытой» возможности передавать информацию с меньшими потерями с помощью науки и технологии коррекции ошибок, позаимствованной из других (более медленных и шумящих) коммуникационных приложений. Наука о коррекции ошибок мне тогда была незнакома. Разработанная в рамках этой науки схема обещала немедленное разрешение проблемы – дорогие новые волокна не нужны, так как можно обойтись существующими (дешевыми либо уже зарытыми в землю). Эти события спровоцировали мой интерес к «чудесной» теории коррекции ошибок.

Мое знакомство, а потом увлечение (через науку о коррекции ошибок) вышеупомянутой теоретической инженерией определило следующий, четвертый, этап моей карьеры. Для начала выяснилось, что небольшое количество высококлассных физиков-теоретиков, специалистов в спиновых стеклах уже проявили себя в этой области. Да так, что термин «статистическая физика» в одночасье (где-то в 2001—2004 гг.) стал чрезвычайно популярным. Оказалось, что физическая теория, развитая за (примерно) 20 предшествующих лет Джоржио Паризи, его учениками и последователями (в основном из Италии и Франции) для описания неупорядоченных материалов (стекол), гораздо лучше описывает поведение так называемых низкоплотностных (или разреженных) кодов. Такие коды разумно рассматривать не по одиночке, а в группах (ансамблях), разбитых по признаку графических свойств-соотношений между битами информации и связями, выражающими суть кодирования. То есть защиты информации от неконтролируемого шума и деградации посредством искусственно введенной (закодированной) повторяемости. Усреднение по многообразию кодов внутри ансамбля, игнорирующее петли в графическом представлении кодов, а также изучающее асимптотически большие коды (в так называемом термодинамическом пределе), позволило физикам описать разницу между хорошими и плохими кодами как переход между фазами: похоже на то, как различаются газовая, жидкая и твердая фазы в классической физике. Заметим, что существование таких фазовых переходов было теоретически предсказано Шенноном, основателем теории информации, аж в 1948 г., но не конструктивно. Тогда как современная теория низкоплотностных кодов, обогащенная физическими оценками и интуицией, позволила построить коды, реализующие ранние предсказания Шеннона с большой вероятностью (превращающуюся в термодинамическом пределе в стопроцентную).

Заложив в основу наших исследований методов коррекций ошибок творческое использование аналогий с методами и подходами современной статистической физики, мы последовали по пути физиков из школы Паризи. Однако наш подход был иной – алгоритмический, предполагающий работу с конкретными кодами (а не ансамблями), на конечных графах – с петлями (а не в термодинамическом пределе, когда эффект петель становится асимптотически несуществен). В сотрудничестве с Мишей Степановым (тоже выпускником НГУ, в тот момент моим постдоком, а в настоящее время профессором U. of Arizona, Tucson) мы разработали инстантонную методику, позволяющую найти конфигурацию петель в графическом представлении данного кода, которая приводит при декодировании, игнорирующем петли, к наиболее вероятной ошибке. Эти достаточно специальные (в применении к теории коррекции ошибок) результаты заставили нас задуматься над более широким классом статистических задач, определенных на конечных графах и заключающихся в систематическом учете эффекта петлевых поправок.

Ответом на вызов стала теория «петлевых вычислений». Эта работа, сделанная в 2006 г. в соавторстве с Володей Ч., вывела меня на новую орбиту понимания связей между разнообразными областями теоретической инженерии, доселе мне не известными. Наши результаты, исходно мотивированные теорией информации (или еще более точно ее подразделом – наукой о коррекции ошибок), оказались применимы к сложным задачам комбинаторной оптимизации, задачам восстановления статистических моделей *(statistical inference)*, построению моделей теории компьютерного обучения *(machine learning)*. И в целом – к задачам из дисциплин, где вероятностные либо логические соотношения или запреты выражены в виде графа (как говорится, заданы в виде графической модели). Более того, я с удивлением обнаружил, что наш, мотивированный физикой, метод петель (как и вышеупомянутый фазово-переходный подход) объединяет эти молодые, но уже стремительно разбегающиеся по своим углам науки.

Отягощенный новыми знаниями теоретической инженерии, я задумался о нахождении для них практических приложений – инженерных или физических. Глава про последние (в том числе нацеленная на дизайн новых материалов), с предварительным названием *Back to the future physics*, еще не написана, в то время как приложениями теоретической инженерии и физики к современным энергетическим системам я занимаюсь последние шесть лет. И вот про этот, пятый, текущий, этап моей деятельности следующая мини-история. Однако начну я ее немного издалека – с рассказа о том, как сам факт пребывания в Лос-Аламосе стимулировал (очередной) поворот в моих исследованиях.

Дело в том, что свобода выбора занятий в моей организации, Лос-аламосской национальной лаборатории *(Los Alamos National Laboratory – LANL)*, обретается не автоматически, а через нахождение финансирования. По-английски эта система называется *soft money model*. Либо ты, как staff member (постоянный сотрудник, по статусу примерно соответствующий профессору университета), сам себя обеспечиваешь грантами внутренними или внешними, либо начальники тебе сами находят занятие в больших (многомиллионных), стабильно финансируемых проектах, в которых ты подчинен идеям и воле других. Мне повезло: я попал в ситуацию необходимости поиска финансирования не

сразу, а где-то году в 2002-м, по истечении *Oppenheimer fellowship*, который позволил мне пребывать в состоянии вольного художника первые три года в LANL. С тех пор я свою команду, обычно включающую 2—4 постдока и 5—6 студентов, аспирантов или мастерантов, приезжающих в Лос-Аламос на летние месяцы, финансировал сам. Достичь этого мне помогла замечательная система, сложившаяся в LANL благодаря, во-первых, существованию Center for NonLinear Studies (CNLS), который в лице директора Боба Экке софинансировал многих моих постдоков, студентов и многочисленных визитеров, и, во-вторых, – благодаря существованию жесткой, но честной системы распределения 6 % общего бюджета LANL на новые *(exploratory)* исследования. Системе соревновательно демократичной, в которой решения принимаются в основном комитетами исследователей, а не только менеджерами. Интересная особенность этой системы распределения средств заключается в том, что, во-первых, один раз получив внутреннее финансирование на некую тему, второй раз войти в ту же реку не получится. Предполагается, что финансирование определенных исследований, обычно выделяемое на три года, должно помочь в создании задела для нахождения средств извне – через федеральные, международные или частные механизмы и организации. Вторая особенность LDRD-системы состоит в том, что получить большой грант на свежую идею проще (в плане затрат времени на грантописательство), однако это требует формирования разношерстной команды, привлекающей исследователей из разных подразделений LANL – экспертов в разных областях.

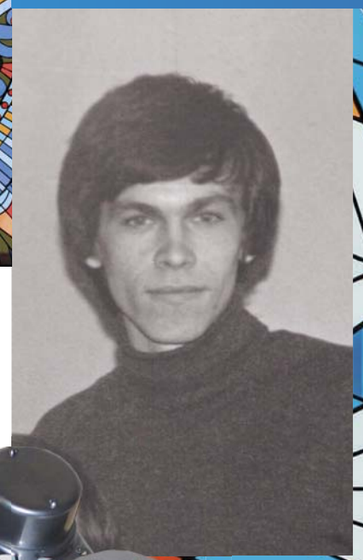
Первый большой LDRD-грант (5 млн долларов на три года) я получил на «физику алгоритмов». Примерно за год до завершения этого финансирования возникла идея попробовать организовать новую команду на что-то прикладное, если и имеющее отношение к предшествующей теме, то не прямое. Поразмыслив о возможностях, интересных как для меня, так и (в проекции на будущее) для LANL, я остановился на тематике электрических сетей. Исходный ход мысли был примерно такой: электричество – это про физику (поверхность для меня твердая), ток протекает через систему флуктуируя, а значит, неравновесно-стат-физические постановки ждут своего исследователя. И, наконец, речь идет о статистических задачах, поставленных на больших разветвленных и закольцованных графах (магистральных сетей – распределительные сети обычно оперируют в древесном/беспетлевом режиме), что казалось близким к тому, чем я занимался предшествующие пять лет. Решение сфокусироваться на этой теме (тогда еще совсем не популярной: неоднозначный термин *smart grids*, типично заменяемый в России на «активно-адаптивные сети», в тот момент еще не набрал обороты) возникло достаточно быстро, однако серьезные усилия требовали создания серьезной команды. Выяснилось, что тогда мне еще неизвестный Скотт Бакхаус (теплофизик-экспериментатор, изучавший энергетику в бакалавриате) двигается примерно в том же, хотя и гораздо более практическом, направлении. Боб Экке нас познакомил, и команда, также пополнившаяся Расселом Бентом (экспертом в практической оптимизации и компьютерных науках) написала, подала и выиграла грант, который мы назвали «Оптимизация, управление и контроль электрических систем». Последующие три года мы изучали электрические сети, знакомились друг с другом, а также с исследователями-энергетиками и другими экспертами, полезными для проекта (обычно приглашая их на еженедельные семинары в Лос-Аламосе), и, конечно же, писали многочисленные статьи по теме. К концу третьего года мы подошли уже вполне известными исследователями, как для традиционных энергетиков-исследователей, так и для вновь нарождающегося сообщества экспертов из теоретической инженерии, выбравшими (как и мы) современные электрические системы в качестве объекта прикладных исследований. Многие ведущие специалисты из этих областей стали направлять к нам на практику своих лучших аспирантов, что в особо успешных случаях перерастало в долгосрочное и, несомненно, взаимно обогащающее сотрудничество. Как результат – наши усилия были замечены, и DOE (министерство энергетики США), увидев в нас лидеров нового и стратегически важного исследовательско-прикладного направления, поставило нашу команду на прямое *(programmatic)* и долгосрочное финансирование.

На этой мажорной ноте можно было бы и закончить повествование. Но кажется уместным дополнить сии записки, нацеленные в основном на молодых исследователей – мастерантов и аспирантов (повторяюсь, потому как считаю эту оговорку важной), краткими соображениями о том, каким новым теор-инженерным дисциплинам стоит обучать студента-мастеранта, физика или математика (по бакалавриату), интересующегося новыми инженерными приложениями (например, современными энергетическими системами). Обучение таким дисциплинам также будет полезно мастеранту-физику, желающему понять и изучить, а что же физика (и другие естественные науки) может почерпнуть из теор-инженерных наук, например, для более современной работы с данными, для разработки более быстрых и эффективных вычислительных алгоритмов, для создания новых обратных методов, позволяющих разработать материалы, обладающие желанными свойствами, и т. д. В силу всего вышесказанного мне представляется важным включить в соответствующие учебные программы следующие четыре курса, рассматриваемые по отдельности либо, в случае необходимости, сжатые в один или два агрегированных курса: «Теория оптимизации и приложения» *(optimization)*, «Теория управления (контроля) и приложения» (control), «Теория и приложения алгоритмов и вычислений» (computer science), «Методы автоматических (машинных) вычислений» *(machine learning)*. Замечу, что такие курсы, хотя еще и не адаптированные для физиков и инженеров, а нацеленные на мастерантов информационных наук, уже читаются в Сколтехе. С другой стороны, мастерантам традиционных (не теоретических) инженерных специальностей (скажем, энергетикам) кажется естественным ознакомиться с теор-инженерными методами через более мягкий – физический – подход (меньше теорем, больше оценок), предлагаемый, например, в курсе «Статистическая физика в приложениях к инженерным системам», который я планирую подготовить и прочитать в Сколтехе в следующем году.

Вместо заключения – комментарии. Во-первых, хотел бы пояснить, что я решил не прерывать повествование ссылками, а вместо этого переадресовать интересующегося читателя к моему сайту (https://sites.google.com/site/mchertkov), содержащему полную (обновляемую раз в несколько месяцев) библиографию моих публикаций, слайды большинства презентаций и (опосредовано) работы других авторов, упоминавшихся выше. Во-вторых, ссылки на Сколтех (www.skolkovotech.ru), в части, касающейся современного инженерного образования, не случайны – я активно вовлечен в этот новый российский образовательный проект в качестве профессора-консультанта *(founding faculty fellow)*, в том числе выполняющего функцию директора-координатора образовательных программ энергетического сектора.

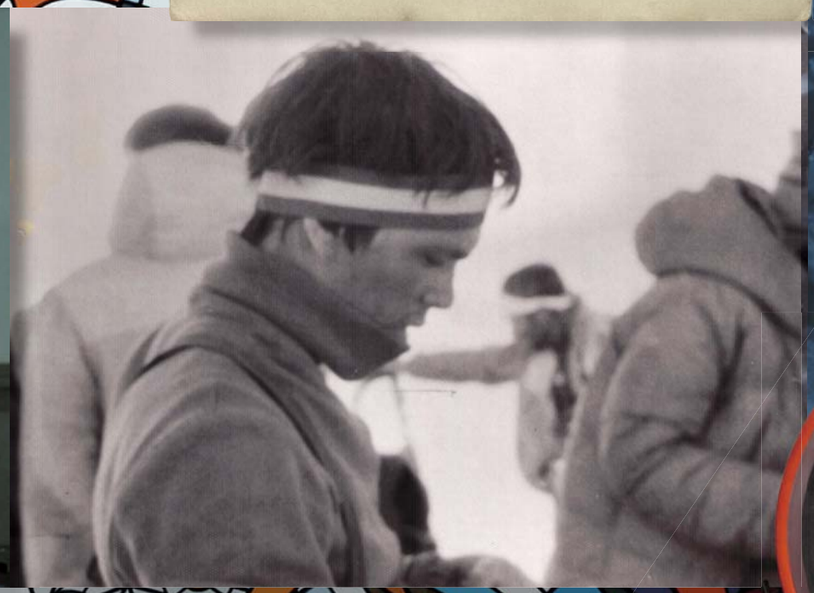
МОЙ НГУ

ВЛАДИМИР БЛИНОВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 1983 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ННЦ,
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ, ЭКСПЕРИМЕНТ



В 1978 г. я закончил среднюю железнодорожную школу в городе Абакан Хакасской автономной области Красноярского края. Школа была рядовой, а ее выбор был предопределен профессией моих родителей, которые оба были железнодорожникам и работали в дистанции связи. Мама – инженером эксплуатационщиком, а папа – заместителем начальника дистанции связи. Отец был заядлым радиолюбителем, поэтому в квартире часто стоял приятный мне с детства запах канифоли, и была оборудована мастерская, где я частенько под его присмотром что-то мастерил. Например, подарки маме было принято изготавливать собственными руками. Умение работать не только головой, но и руками в дальнейшем мне очень пригодились в жизни и в профессии.

С первого по девятый класс я занимался в секции авиамоделизма городской станции юных техников, где прошел путь от простого – создания воздушных змеев, с которым в третьем классе занял первое место на областных соревнованиях, до наиболее сложного проекта по изготовлению радиоуправляемой копии истребителя МИГ-9 времен Второй мировой войны, при изготовлении которой пригодился приобретенный к тому времени радиолюбительский опыт. В то время было практически невозможно что-либо купить, и все, начиная от сервоприводов рулей управления самолетом до приемо-передатчика, приходилось изготавливать самому. Из-за этого и по причине начала подготовки к поступлению в вуз, к моему глубокому сожалению, поднять эту модель в воздух не удалось.



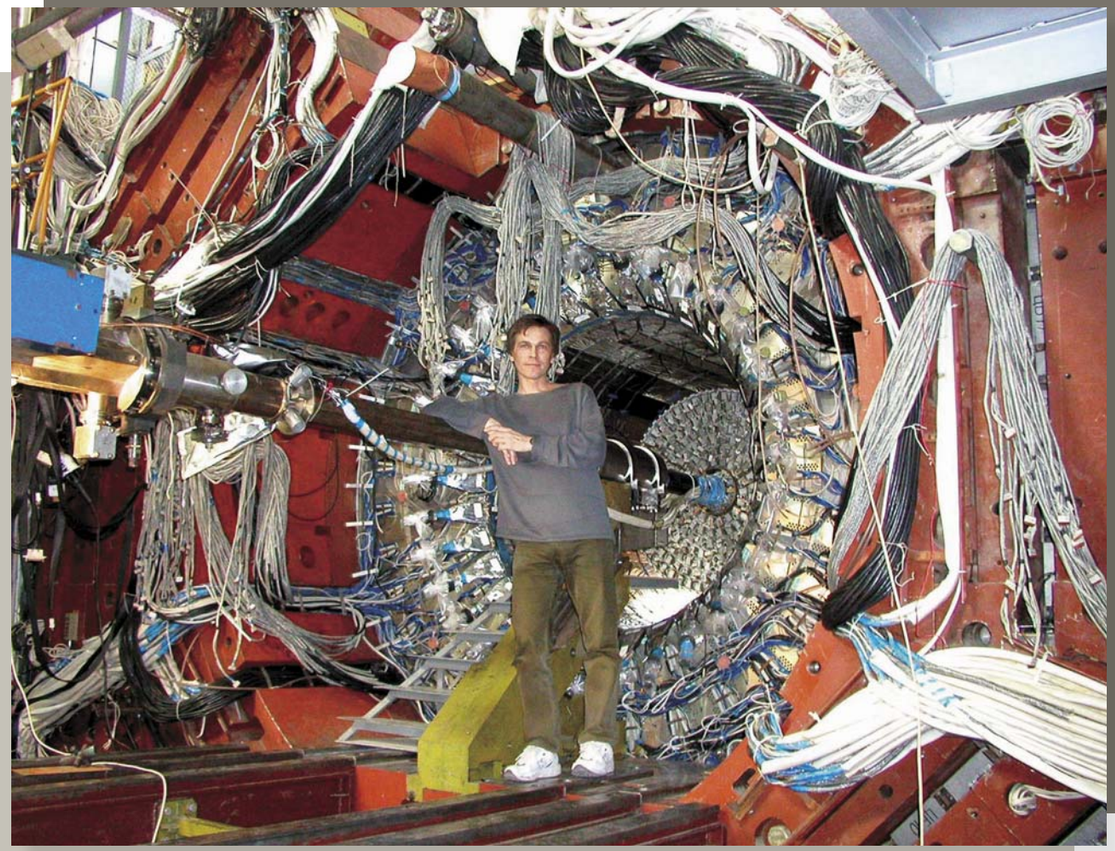
НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/moy-ngu/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

С детства меня интересовала авиация и класса до пятого я грезил небом, но попытки моих старших и физически более крепких товарищей по авиамодельной секции поступить в летное училище одна за другой срывались «по состоянию здоровья». Поэтому постепенно ко мне пришло понимание того, что в небо мне не прорваться, и было принято решение получить профессию, связанную с созданием самолетов. Для получения соответствующего образования был выбран самолетостроительный факультет НЭТИ. Поэтому мое поступление на физический факультет Новосибирского государственного университета было до некоторой степени случайностью. Мой старший брат – победитель многочисленных олимпиад и выпускник ФМШ – учился на физическом факультете НГУ на кафедре ядерной физики. От него я знал, что НГУ является престижным вузом и является одним из мест бывшего СССР, в котором создают научную элиту страны. Физический факультет выделялся повышенной сложностью обучения и еще хранил романтический ореол, присущий физикам 50–60-х гг., блестяще переданный в культовом фильме тех лет «Семь дней одного года», с Баталовым в главной роли. Так как экзамены в НГУ проводились на месяц раньше, чем в НЭТИ, то мой брат предложил мне попробовать поступить на физический факультет, аргументируя это тем, что там есть кафедра радиофизики, где я смогу утолить свой интерес к радиотехнике. В случае провала я ничего не терял и, более того, приобретал бесценный опыт сдачи экзаменов, – я согласился. Согласился и неожиданно для всех без проблем поступил в НГУ, где началась моя студенческая жизнь.

На физфаке преподавали научные сотрудники из институтов Академгородка, которые в большинстве своем держались с нами на равных и всячески давали понять, что мы с ними одной крови, – физики. Мы быстро ощутили неуловимый ореол таинственности и причастности к кругу избранных и быстро приняли их веру в безграничные возможности физики в познании природы и переустройстве мира. Учеба на физфаке для меня, человека из рядовой средней школы, была занятием не из легких, но молодость, свобода и периодически приходящая весна скрашивали трудовые будни. Если учеба становилась невыносимой, то всегда можно было воспользоваться рецептом, сформулированным в шутке популярного в то время студенческого клуба физического факультета «КВАНТ». На вопрос абитуриента: «А учиться на физфаке тяжело?», – следовал ответ умудренного опытом студента старшекурсника: «Если учиться, то тяжело». Шутки шутками, но дипломы получили менее 50 процентов студентов, зачисленных на первый курс, и наш курс по этому показателю сильно не отличался. Шел «естественный отбор», и оставались те, кто был способен справиться с интенсивной учебой и большими нагрузкам, другие отсеивались.

В наше время на физическом факультете преподавали в основном физики-теоретики, притом что подавляющее большинство выпускников физического факультета становятся после завершения образования экспериментаторами. При всем уважении к теоретикам хочу заметить, что это обстоятельство порождало определенные проблемы и чем-то напоминало ситуацию с воспитанием мальчика в неполной семье, когда есть мама-теоретик, но отсутствует папа-экспериментатор – со всеми вытекающими из этого проблемами формирования личности полноценного экспериментатора. Эту проблему наиболее ярко сформулировал один очень известный экспериментатор, выпускник физического факультета НГУ, который говорил, что: «Физику я знаю вопреки лекциям Б». Замечу, что лектор Б. был уважаемым в мире теоретиком, который читал студентам один из базовых курсов по специальности.

Тогда этот недостаток частично компенсировался общением с себе подобными в процессе прохождения



практики в лабораториях институтов СО РАН и редкими курсами, которые читали экспериментаторы. Наиболее сильно мне запомнился и полюбился курс лекций по ядерной физике, который читал Л. М. Барков. Лев Митрофанович был известным экспериментатором из Института ядерной физики и в своих лекциях не только знакомил студентов с этой областью знаний, но и прививал начинающим физикам правильную, с моей точки зрения, идеологию и взгляды на жизнь. Временами он отвлекался от темы лекции и пускался в полуфилософские размышления о соотношении теории и эксперимента, о том, что теория, конечно, хорошо, но эксперимент первичен, и тем самым именно эксперимент является той «печкой», от которой все теоретики танцуют... На мой взгляд, этот перекос – обучение экспериментаторов преподавателями-теоретиками – сохранился до настоящего времени, и современным обучающимся, так называют студентов в наше время, тоже не хватает общения с «папами-экспериментаторами», как этого не хватало нам.

Еще одним недостатком в образовании физиков-экспериментаторов был низкий уровень базовых инженерных знаний у выпускников. Физик-экспериментатор должен, как минимум, уметь читать чертежи, начертить хотя бы простенький эскиз требуемой для работы детали, владеть основами инженерных знаний (материаловедение, сопромат) и соответствующим языком, который позволит ему эффективно работать с квалифицированным конструктором над созданием экспериментального оборудования, сложность которого год от года возрастает.

В наше время инженерная подготовка на физфаке тоже не велась, но этот пробел в образовании частично компенсировался знаниями по черчению, которое преподавалось в школе, многочисленными кружками и секциями детского технического творчества, через которые в те годы проходило подавляющее большинство школьников, и практикой в институте. В настоящее время эта проблема только усугубилась, и выпускники физфака в подавляющем большинстве в инженерных вопросах абсолютно некомпетентны. Это связано с тем, что в худшую сторону изменилась ситуация по всем альтернативным источникам инженерных знаний, доступным во времена нашего детства. Черчение в школе не преподается, доступность для детей кружков и секций понизилась, а хроническое недофинансирование науки замедлило скорость работы в институтских лабораториях и, как следствие, увеличило время необходимое для воспитания физика-экспериментатора. В среде экспериментаторов прежде всего ценятся люди, которые могут сами создать инструмент для проведения исследования. Отсутствие инженерных знаний и навыков ограничивает профессиональные возможности выпускников и приводит к тому, что часто, например в ИЯФ, большего в эксперименте достигают выпускники НГТУ, а не НГУ, хотя «НГУ-шники», безусловно, на голову выше «НГТУ-шников» в теоретической подготовке. Замечу, что социальный эксперимент 90-х показал, что и на Западе специалисты с инженерными навыками более востребованы и именно у них не было особых проблем с выстраиванием карьеры за рубежом.

Из преподавателей моих студенческих лет запомнились лекции по электродинамике Б. В. Чирикова, на которых он, кроме изложения материала, давал нам понять, что на самом деле мир устроен намного сложнее, чем то, что он нам излагает и это лишь один из уровней понимания физической картины мира, которая еще далека от завершения. Мне запомнились блестящие семинары, проводимые Е. И. Биченковым, Г. В. Милединым и Л. Ф. Чайковской.

Помню, как Евгений Иванович Биченков на семинаре по электродинамике вызвал к доске для решения задачи студента, который был на два года младше нас, и выглядел совсем подростком. Решение задачи у него не заладилось, более того, он демонстрировал полное незнание материала. Тогда Евгений Иванович со словами «Сейчас я покажу...» начал снимать ремень... Саша Т., так звали студента-вундеркинда, напрягся, втянул голову в плечи, перед глазами промелькнули известные со школьных лет картины «Опять двойка» и «Утро стрелецкой казни». Мысленно он уже готовился к худшему, а его взгляд просил у группы поддержки. Мы тоже затаились и ждали развязки. Евгений Иванович снял ремень, смоделировал им контур с током и объяснил незадачливому студенту Саше основную идею решения задачи.

Студенческая жизнь, как и жизнь вообще, штука веселая, неповторимая и быстро проходящая. Новые друзья, впечатления, незнакомые обстоятельства, отсутствие опыта и серьезный запас нерастраченного еще здоровья делают ее незабываемой.

В процессе учебы мой интерес к радиотехнике угас, но появилось желание продолжить обучение на кафедре ядерной физики. Выбор кафедры был обусловлен примером старшего брата, интересом к этой динамично развивающейся области физики, а также желанием испытать себя, поскольку кафедра слыла одной из самых сложных для обучения. Это был своеобразный экстрим, столь популярный в наши дни, но несколько в другом исполнении. То, что учеба на кафедре не сахар, и то, что многие слухи и легенды, ходившие на физфаке о ней, – истинная правда, мы убедились после того, как нам начали читать теоретические спецкурсы. Недосягаемо умные теоретики, с легкостью покрывая доску формулами, бойко рассказывали нам о том, как устроен квантовый мир, частицы, его населяющие, и как описывать различные взаимодействия, управляющие миром. Записывать за ними мы еще успевали, но сдавать экзамены с первого раза удавалось немногим. Наиболее сложным был спецкурс «Физика элементарных частиц». Его, вне зависимости от числа попыток, не сдавали 1—2 человека из группы в 10—12 человек, притом что на подготовку к нему уходило до двух недель. За все время обучения в университете не было ничего более сложного и тяжелого, чем сдача этого спецкурса, но и радость после успешной сдачи была безмерна. Справедливости ради надо сказать, что тех, кого отчисляли с кафедры ядерной физики за неуспеваемость, с большим удовольствием принимали на другие кафедры, где нагрузки были поменьше, а состав студентов – послабее.

Мне не терпелось пораньше начать работать в лаборатории и сверх учебы наконец заняться экспериментальной деятельностью. На втором курсе, еще до распределения на кафедру, через моего одногруппика Сергея Зевакова, который до учебы работал в ИЯФ лаборантом, я попытался устроиться в одну из лабораторий ИЯФ, но не прошел собеседование, что было для меня большим ударом, однако не отбило желания попасть в ИЯФ. Моим крестным отцом в ИЯФе стал Владислав Евгеньевич Панченко, который вел у нашей группы экспериментальный семинар с таинственным названием «Спецсеминар 2», где мы под его руководством занимались решением конкретных экспериментальных задач. В конце семестра за проведенное измерение кривой пробега альфа-частиц в веществе я получил от него оценку «отлично» и приглашение работать в ИЯФ. От предложения работать с синхротронным излучением я отказался, и тогда Владислав Евгеньевич привел меня к Алексею Павловичу Онучину, который после собеседования принял меня в свою лабораторию.

Лаборатория А. П. Онучина вела эксперименты по физике элементарных частиц на установках со встречными электрон-позитронными пучками. В это время лаборатория начинала эксперимент с новым детектором МД-1 на ВЭПП-4.

Почти сразу после начала работы в институте ко мне пришло понимание того, что именно здесь я хочу в дальнейшем остаться работать. Мне сразу понравился институт, его деловая, демократичная атмосфера и приятные люди, окружающие меня в лаборатории. Возможности для самореализации в профессии в те годы в ИЯФ были неограниченные, и все определялось только желанием работать и личными возможностями. Практику я проходил под руководством В. Е. Грошева

и принимал активное участие в создании новой дрейфовой камеры детектора МД-1. По результатам этой работы мной был защищена дипломная работа «Дрейфовая камера детектора МД-1».

После успешной защиты диплома меня приняли на работу в ИЯФ, где продолжаю трудиться до сих пор. В настоящее время в должности заведующего лабораторией. Основное направление моих научных интересов связано с проведением экспериментов по физике элементарных частиц на ускорителях со встречными пучками. Сейчас основным направлением деятельности лаборатории является проведение экспериментов с детектором КЕДР на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М в ИЯФ по измерению параметров очарованных частиц и тау-лептона. Часть сотрудников лаборатории принимает активное участие в работе международной коллаборации BABAR на коллайдере PEP-II в США, эксперименте BES-III в Китае и PANDA в Германии и ведет работы, необходимые для вступления в коллаборацию CMS на Большом адронном коллайдере. Кроме этого, лаборатория ведет проектные работы по одному из перспективных российских мегапроектов, который предполагает строительство в ИЯФ ННЦ установки со встречными электрон-позитронными пучками с рекордной производительностью – Супер с-тау-фабрики.

После университета я несколько лет преподавал в НГУ, но с подачи моего научного руководителя А. П. Онучина, начал преподавать в НГТУ. Сначала я вел экспериментальный практикум по курсу «Экспериментальные методы ядерной физики», который читал Алексей Павлович, а спустя несколько лет мне предложили прочесть курс лекций «Избранные главы астрофизики и физики элементарных частиц». С течением времени он трансформировался в два курса лекций: «Основы физики элементарных частиц» и «Избранные главы астрофизики», которые я читаю и сейчас.

Начало работы в ИЯФ совпало по времени с моим увлечением горным туризмом. За годы хождения в горы я посетил большинство горных районов бывшего Советского союза и имею за плечами несколько походов высшей (шестой) категории сложности. Именно в этой деятельности мне удалось реализовать свой интерес к медицине. В автономном походе каждый из участников имеет свой круг обязанностей, например, завхоз или реммастер. Я выполнял в группе обязанности врача, для чего мне пришлось изучить немало серьезных книг по медицине, фармакологии и оказанию неотложной медицинской помощи. Мелкие медицинские проблемы – спутники любого похода и именно они дают основную нагрузку на врача в группе. Случались и более серьезные происшествия, в которых своевременная медицинская помощь и взаимовыручка других участников группы спасала жизни пострадавших. Полученный в горах опыт серьезно повлиял и в большой мере сформировал мое мировоззрение и отношение к людям. До сих пор мое отношение к человеку складывается на основе того или иного ответа на вопрос: «А ты бы пошел с ним в горы?» Опыт и эмоции, приобретенные в горах, останутся со мной на всю жизнь, как и любовь к ним. Думаю вернуться туда с моими детьми, когда они подрастут, и вспомнить былое.

На протяжении примерно шести лет после окончания НГУ, помимо хождения в горы, я занимался балетом в театре танца под руководством Натальи Фиксель – талантливого и известного в Академгородке человека. Занятия проходили в балетном классе НГУ. Несколько лет назад по причине нехватки площадей класс был ликвидирован, а на его месте расположился один из физических практикумов, что, конечно, важно для обеспечения учебного процесса. Но, увы, не исключает грусти по прерванным танцам. Надеюсь, что после сдачи нового корпуса НГУ, там найдется место для балетного класса.

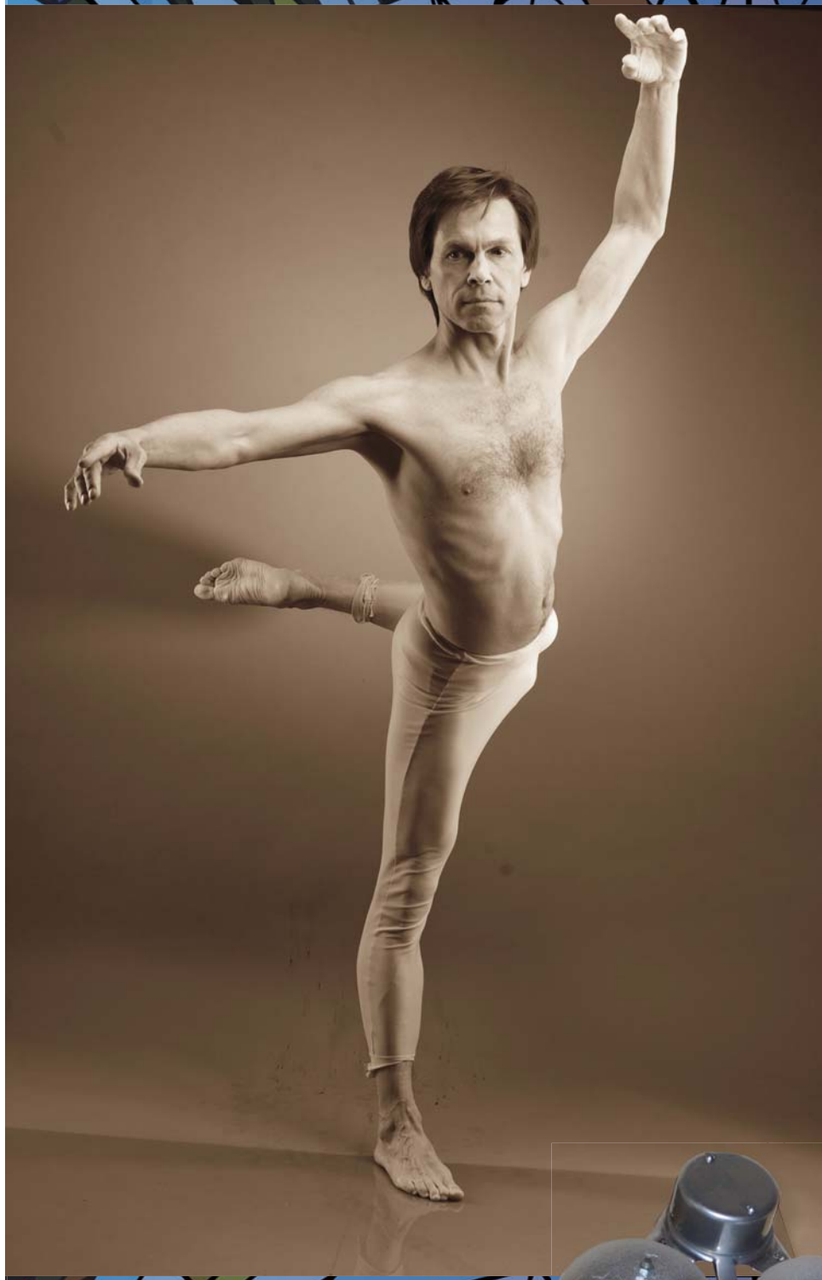
Примерно год назад в моей жизни произошло два знаковых события: родился сын и, спустя месяц после этого, меня пригласили работать в НГУ – в проект вывода университета в ТОП-100 мировых университетов. В проектном офисе программы ТОП-100 я отвечаю за направление, связанное с научной составляющей этого проекта. Основная цель этой деятельности заключается в организации в рамках программы ТОП-100 научных исследований на базе более тесной интеграции институтов ННЦ и НГУ, что, к сожалению, не очень просто реализовать в условиях различной ведомственной принадлежности этих организаций. За прошедший год проведено несколько конкурсов, победители получили финансирование из средств программы: на создание совместных лабораторий НГУ с институтами ННЦ; поддержку участия совместных групп исследователей НГУ и Институтов ННЦ в международных мегапроектах по физике элементарных частиц и науках о жизни; на проведение исследований по флагманским проектам и создание зеркальных лабораторий под руководством известного международного или российского исследователя. Начата работа над проектами лабораторных помещений в старых корпусах НГУ, которые будут реализованы после сдачи нового корпуса и переезда в него части факультетов. Идут проектные работы по повышению в десять раз энергопотребления старых корпусов и замены в них устаревшего инженерного оборудования.

Тем не менее, главным результатом выполнения программы ТОП-100 должно стать привлечение под этим флагом в НГУ большего числа талантливых абитуриентов, повышение качества учебного процесса и обеспечение возможности студентам проходить практику в высококлассных научных лабораториях, работающих на мировом уровне. Так как только совместная работа студентов с действующими учеными в таких коллективах даст им полноценное образование и в последующем позволит самостоятельно вести научные исследования.

Невольно сравнивая наше поколение и современную молодежь, невозможно не отметить, что она быстрее взрослеет, несмотря на внешнюю инфантильность, в массе своей лишена романтических устремлений при выборе профессии, более мотивирована и целеустремленна. К сожалению, ее целью все чаще являются конкретные материальные достижения, а не стремление достичь высот в науке и сделать то, что до тебя никто не делал. По-видимому, это связано с отношением к науке государства и, как следствие, материальным положением людей, занятых в науке.

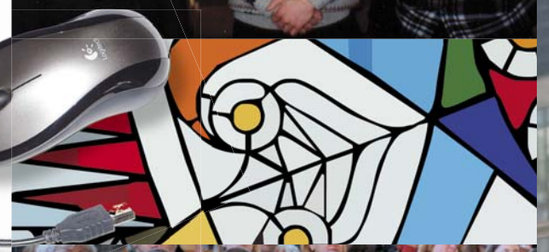
На мой взгляд, периодически высказываемые обвинения в адрес молодежи со стороны старшего поколения лишены оснований, так как ответственность за существующую конфигурацию общества, в которой живет молодое поколение, полностью лежит на предыдущих поколениях.

И все-таки, несмотря ни на что, я верю в то, что поток людей, желающих заниматься наукой, как и людей, покоряющих горы, не иссякнет, и люди, которым посчастливится испытать чувство первопроходца, возникающее при вступлении в область неисследованного и контакта с неведомым, навсегда останутся преданы ей.



. . . И БЛЕСК ФОРТЕПИАННОГО КОНЦЕРТА

ИЛЬЯ БЕТЕРОВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ 2004 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ СО РАН, РОССИЯ
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
КВАНТОВАЯ ИНФОРМАТИКА, КВАНТОВАЯ ОПТИКА, АТОМНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.



Родился и вырос в Академгородке, окончил 130-ю школу, поэтому поступление в НГУ я рассматривал как очевидное и естественное продолжение учебы.

В целом, мои представления об учёбе в этом вузе совпали с моими представлениями о нём, хотя учиться оказалось несколько труднее, чем я ожидал. Каждый экзамен, который я сдавал, помню до сих пор, хотя прошло уже немало лет.

Здесь я встретил множество интереснейших людей. Запомнились блестящие лекции Владимира Вениаминовича Иванова по математическому анализу, Валерия Георгиевича Сербо по квантовой механике. Незабываемое впечатление оставила самая первая лекция в университете – это был курс высшей алгебры, который читал Алексей Тимофеевич Гайнов. Очень важными и запоминающимися были курсы электродинамики Валерия Ивановича Яковлева, функционального анализа – Виктора Алексеевича Александрова и методов математической физики Давида Абрамовича Шапиро. Из спецкурсов запомнились лекции Анатолия Михайловича Шалагина по нелинейной спектроскопии и Сергея Глебовича Раутиана по физической оптике.

Семинары были намного важнее, чем лекции, – именно там разбирались непонятные вопросы, решались задачи, да и с преподавателем, ведущим семинары, контакт всегда был ближе. Необыкновенная доброта Геннадия Тимофеевича Козлова вместе с его стремлением как можно основательнее обучить решению сложных задач и подготовить

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/-i-blesk-fortepiannogo-kontserta/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

группу к непростому экзамену по математическому анализу очень помогала справиться с трудностями первого года университетской жизни. Семинары по дифференциальным уравнениям Евгения Павловича Волокитина поражали своим блеском и тщательностью и ассоциировались, скорее, с посещением фортепианного концерта. На третьем курсе нас стали обучать теоретики из ИЯФа – Виктор Львович Черняк и Владимир Федорович Дмитриев. Думаю, что именно Виктору Львовичу я в первую очередь обязан увлечением квантовой механикой.

Начиная с третьего курса, я стал посещать спецкурсы кафедры квантовой оптики. Там была несколько другая атмосфера – менее формальная и более близкая к свободному научному поиску. Особенно выделялись курсы Леонида Вениаминовича Ильичева, который сразу сказал нам, что вопросы квантовой оптики, которые мы будем изучать, настолько сложны и загадочны, что он сам не понимает их до конца. Теперь я сам всегда говорю это студентам.

Мы пришли в университет настоящей командой одноклассников из 130-й школы. Большинство из нас сохранило тесные связи и по сей день, мы постоянно обсуждаем по переписке политические и научные вопросы, нередко встречаемся. В этом году мы вместе ездили на Алтай, туда приехали выпускники НГУ даже из Франции и США, – теперь уже дружат наши дети.

Все нелегкие выборы – продолжать заниматься наукой в России, эмигрировать или уйти в бизнес – мы всегда обсуждали друг с другом и теперь на своем опыте знаем в деталях эти сценарии.

Из воспоминаний остались очень яркие от занятий на военной кафедре, где мы в рамках специального проекта пробовали разрабатывать современные информационные системы обучения курсантов. Руководство кафедры неоднозначно относилось к этому проекту, так что мы периодически попадали под его гнев, да и для самой работы была характерна спешка, увлеченность длинными совещаниями и нередкая смена направлений деятельности. И это становилось причиной нередких конфликтов и постоянных шуток, воплощавшихся порой даже в стихах и юмористических рассказах. К сожалению, все эти вещи понятны только непосредственным участникам событий, которые до сих пор с удовольствием их вспоминают. Большинство участников проекта получили серьезный опыт, который потом пригодился для их карьеры в IT-сфере.

В целом же, в университете мы только учились, а в выкраиваемое с трудом свободное время ходили с друзьями на небольшие лесные прогулки с собаками. Сейчас мы шутим, что к этому сводилась наша социальная жизнь.

Моя дипломная работа была посвящена столкновениям возбужденных атомов, и она стала основой моей диссертации. Сейчас я занимаюсь близкими вещами, только атомы теперь холодные.

Еще на втором курсе я начал работать в Институте физики полупроводников, где и продолжаю работать сегодня. Во время учебы в аспирантуре получил грант INTAS и некоторое время работал в Латвии. Потом стал активно преподавать, – для меня это важно.

Время от времени думал о работе за рубежом, и такие возможности предоставлялись неоднократно. Но минусы отъезда всегда перевешивали потенциальные преимущества: это и уже взятые на себя обязательства, и то, что заниматься наукой за рубежом совсем не столь привлекательно, как это может показаться. Да и с российским студентами приятнее возиться, чем с иностранными. Те лучше подготовлены, но нет желания вкладывать в них усилия. Уверен, в Академгородке можно при желании и определенной удаче заниматься наукой в достаточно комфортных условиях.

Если говорить о том, совпали ли мои студенческие представления о будущей работе с реальностью, то скажу, что всегда старался сделать свою работу как можно более разнообразной. Но из-за этого возникает больше суеты, чем хотелось бы. Кроме того, я собирался становиться чистым экспериментатором, а стал в большей степени теоретиком.

Зарплата (по совокупности) у меня вполне приличная, хотя и нестабильная. Есть интересная тематика исследований, возможность преподавать то, что мне интересно, в последнее время мы существенно обновили парк оборудования. Важно то, что в России даже небольшие успехи дают значительный эффект, и работа моего уровня более осмысленна. Некоторые идеи я пока не могу реализовать экспериментально, но не считаю их гениальными, а приоритет в теоретических публикациях я уже застолбил.

Есть ли у НГУ шансы войти в ТОП-100? На мой взгляд, они невелики, но стремиться туда необходимо. В первую очередь университету нужна интернационализация, чтобы в Академгородок приезжали иностранные специалисты и иностранные студенты. Во-вторых, нужно, чтобы большинство сотрудников университета были всерьез заинтересованы в конкурентоспособности университета на мировом уровне. В-третьих, нужна ещё более глубокая интеграция с институтами Новосибирского научного центра. И нужно развивать научные направления, которые у нас слабо представлены. Я участвую в этой программе как сотрудник ее Проектного офиса.

ДА ХОТЬ ТОП-50, НО ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО?

ДЕНИС КОРНЕЕВ,
ВЫПУСКНИК ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА НГУ, 2009 г.
МЕСТО РАБОТЫ:
ФБУН ГНЦ ВБ «ВЕКТОР», РОССИЯ
СФЕРА НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ:
БИОФИЗИКА, АТОМНО-СИЛОВАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ,
СИЛОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В НГУ я поступал из Новосибирска, так что мои представления об университете почти совпали с реальностью, хотя некоторые вещи оказались даже лучше ожидаемого. Особенно поразивших и ощутимо повлиявших на мировоззрение преподавателей, пожалуй, не было. Но хорошо запомнились в качестве примеров выдающегося преподавательского мастерства лекции по матанализу Владимира Вениаминовича Иванова, лекционные демонстрации Евгения Ивановича Пальчикова и семинары по квантовой механике Валерия Георгиевича Сербо.

Каких-то уж совсем исключительных университетских событий не припоминаю, но жизнь была насыщенной и интересной сама по себе, без «сингулярностей». На первых трех курсах к учебе относился довольно легкомысленно и нередко попадал на пересдачи, судорожно наверстывая упущенное в течение семестра в последнюю ночь перед экзаменом. Каждый раз в такие моменты ловил себя на мысли о том, что если с такой эффективностью работать всегда, то, вероятно, можно было бы закончить университет за один год экстерном.

Темой квалификационной работы бакалавра было измерение методом атомно-силовой спектроскопии силы взаимодействия вириона осповакцины с модельной поверхностью, имитирующей живую клетку. Работа была выполнена в отделе микроскопических исследований ГНЦ ВБ "Вектор", сотрудником которого являюсь с 2008 года. Магистерская работа была посвящена изучению взаимодействия наночастиц диоксида титана с поверхностью эритроцитов человека и была выполнена там же.

В настоящее время занимаюсь атомно-силовой спектроскопией одиночных вирусных частиц, диэлектрофорезом вирусов и клеток, визуализацией различных наноразмерных объектов природного и искусственного происхождения.

«Уехать за рубеж» – весьма обширное понятие. В каком качестве, куда и зачем? Устремлений уехать любой ценой – «хоть чучелом, хоть тушкой» у меня не было никогда. Ситуация в российской науке далека от идеальной, но совершенно точно не является безвыходной, «алармовой», требующей немедленной эвакуации. Работать можно (и нужно!). За рубежом тоже есть свои проблемы и ограничения – рая на земле нет. Мне довелось три месяца поработать в зарубежной лаборатории (Федеральная политехническая школа Лозанны, Швейцария) в качестве стажера. Это было весьма полезно и просто интересно. Замечательная страна, прекрасный университет, отличные люди. Считаю, что практика работы в зарубежной лаборатории совершенно необходима для профессионального и личностного развития молодого ученого. Для себя вполне допускаю возможность поработать несколько лет в одной из ведущих зарубежных лабораторий в том случае, если найдется подходящая позиция и интересная для меня тема.

Студенческие представления о моей будущей работе тоже в целом совпали с реальностью. На первом и втором курсах я увлекался программированием, интересовался биоинформатикой и даже прослушал соответствующий курс, организованный Н. А. Колчановым в ИЦиГ. Потом увлекся экспериментальной биофизикой и микроскопией, чем и продолжаю заниматься.

Считаю, что для исключения ситуации судорожного поиска «куда бы утечь?!» ученому достаточно наличия интересных задач и возможностей для нормальной работы (адекватный коллектив, приборы, реактивы, зарплата, на которую хотя бы можно прожить). Уехавших за рубеж не осуждаю – почему бы и нет? Тем более, что в большинстве случаев они сохраняют активные научные контакты с коллегами, остающимися в России, а иногда и вовсе возвращаются обратно, привозя с собой ценный опыт.

Думаю, что при неограниченном финансировании и грамотных организационно-технических мероприятиях НГУ может попасть и в ТОП-50. Но насколько это необходимо? Есть что-то настораживающее в столь большом внимании, уделяемом в общем-то формальным показателям таких рейтингов. Предположим, что по мановению волшебной палочки НГУ вошел в ТОП-100 прямо завтра. Что конкретно от этого изменится для студентов, преподавателей, для России?!

В рейтингах могут учитываться самые разнообразные параметры – от количества публикаций на одного преподавателя за пять лет до соотношения площадей поточных аудиторий и туалетов. Для того, чтобы ответить на вопрос о том, что нужно сделать, чтобы оказаться в каком-либо ТОПе, нужно определиться с конкретными параметрами, которые будут учитываться. Мне все это представляется искусственным усложнением, размывающим очевидную формулировку основной задачи университета, актуальную во все времена – выпускать как можно более качественных специалистов. Лучший университет – это тот, выпускники которого в среднем умнее и компетентнее выпускников конкурентов. Все очень просто. Набор необходимых мер, вообще говоря, очевиден, вряд ли здесь можно предложить что-то оригинальное:

– Максимально жесткий отбор абитуриентов. Если на каких-то факультетах из года в год наблюдается небольшой конкурс, то лучше сократить количество мест, чем набирать кого попало.

– Жесткая академическая дисциплина: никаких пятых пересдач, платного повторного прохождения курсов и прочих подобных явлений, подтачивающих мотивацию.

– Интеграция в мировое научное сообщество: часть курсов на английском, привлечение зарубежных лекторов и т.д. Английский должен стать полноправным вторым языком в стенах университета – вплоть до ценников в буфете. Подобно латыни в эпоху Возрождения, английский в современном мире является языком науки. Это объективный факт, не зависящий от нашего к нему отношения.

– Рациональное расходование средств: пара десятков паяльников, россыпь радиодеталей и учебная лаборатория-мастерская, открытая для свободного посещения студентами с 9.00 до 22.00 в присутствии дежурного инженера, может оказаться значительно полезнее для учебного процесса чем, например, электронный микроскоп ценой в миллион долларов.

– Реклама университета, гранты для одаренных ребят из отдаленных регионов, международные договоры обмена.

Какую пользу НГУ могу принести лично я? – После защиты диссертации планирую разработать полноценный (лекции, семинары и лабораторные работы) курс «Физические основы микроскопии» для студентов-биофизиков.

С. АЛЬТМАН

Каталитическая РНК: лекарство из добиологической жизни

Основная идея концепции «мира РНК», появившейся в 1960-х гг., проста: на ранних стадиях предбиологической эволюции репликаторы, т.е. некие объекты, способные размножаться и конкурировать за ограниченные ресурсы, представляли собой отдельные молекулы РНК. Белки и ДНК появились позднее и стали всего лишь дополнением, хотя и очень важным, к общей схеме потока генетической информации, облегчив его и сделав более эффективным. Эта концепция, поначалу граничившая с фантастикой, с 1980-х начала находить все больше и больше подтверждений в исследованиях свойств РНК как катализатора и как хранилища генетической информации, и сейчас прочно заняла свое место в мировой биологии. Новосибирский Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, давно занимающийся фундаментальными и прикладными исследованиями разных видов РНК, в 2013 г. получил Грант Правительства РФ для продолжения и развития этих работ под руководством профессора Йельского университета С. Альтмана, получившего Нобелевскую премию за открытие каталитических свойств РНК

АЛЬТМАН Сидней – Стерлингский профессор молекулярной и клеточной биологии и биологии развития Йельского университета, профессор химии Йельского университета (США), заведующий российско-американской лабораторией биомедицинской химии Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). Лауреат Нобелевской премии по химии (1989), полученной совместно с Т. Чехом «за открытие каталитических свойств РНК»

Сегодня мы можем наблюдать реликты, дожившие до нас с загадочных времен предбиологической эволюции – молекулы РНК, занятые не обычной передачей генетической информацию от ДНК к белку, но совершенно другими вещами, важнейшими для жизнедеятельности организма. Само существование множества регуляторных, каталитических, адапторных и структурных РНК показывают, каким образом могла быть когда-то организована самая ранняя, еще добиологическая жизнь.

Один из таких реликтов за последние сорок лет прошел путь от экзотического биохимического курьеза до возможной «панацеи» от всех болезней. Эта история показывает, как, казалось бы, в исключительно фундаментальных исследованиях может внезапно родиться новая идея, потенциально способная преобразить важнейшую область человеческой деятельности – медицину. В нашем случае этим объектом является *РНКаза Р* – фермент, вовлеченный в посттранскрипционные (т.е. после считывания с ДНК) модификации РНК.

Про РНК «для чайников»

В соответствии с центральной догмой молекулярной биологии «текст» наследственной информации, написанный буквами-нуклеотидами РНК (например, ...AAAUUUCGAUC...), в процессе трансляции переводится в другой текст, записанный буквами-аминокислотами. Трансляцией, т.е. синтезом белков на матрице кодирующей РНК, занимаются *рибосомы* – специальные клеточные макромолекулярные машины по производству белка. Функционирование рибосом невозможно без еще двух классов РНК, уже некодирующих: рибосомной РНК (рРНК) и транспортной РНК (тРНК).

Ключевые слова: рибозимы, мир РНК, РНКаза Р, антибиотики, лекарственная устойчивость.
Key words: ribozymes, RNA world, RNase P, antibiotics, drug resistance

Рибосомы кишечной палочки (бактерии *Escherichia coli*), «рабочей лошадки» молекулярной биологии, содержат три разные молекулы рРНК, а у нас с вами – четыре. Чтобы жизнь не казалась биологам медом, каждая из этих рРНК у *E. coli* кодируется семью разными генами, которые очень схожи друг с другом; ситуация у человека примерно такая же.

Если же взглянуть на тРНК, то здесь все еще сложнее: у кишечной палочки насчитывается 86 генов, кодирующих тРНК для 20 стандартных аминокислот, но бактерий оставляет далеко позади человек со своими 497 ядерными и 22 митохондриальными транспортными РНК. Разумеется, такого количества разных тРНК более чем достаточно для кодирования 20 аминокислот или даже 61 триплета-антикодона. Известно, что некоторые из различий между молекулами тРНК, содержащими один и тот же триплет, имеют функциональное значение, и клетка использует какой-то конкретный вид тРНК в зависимости от обстоятельств.

Структуру тРНК часто изображают в виде «клеверного листа». На самом деле удивительно, что такая относительно короткая цепочка (большинство тРНК имеют в длину от 75 до 95 нуклеотидов) способна сворачиваться в структуру, содержащую четыре ветви – «стебель» и три петли. На одной из петель расположен *антикодон* – участок из трех нуклеотидов, узнающий кодон, кодирующий определенную аминокислоту, в матричной РНК.

Помимо основных петель, тРНК содержит и так называемую вариабельную петлю, длина которой служит основным признаком, по которому тРНК делят на две группы: у тРНК класса I она короткая (3—5 нуклеотидов), а у класса II может быть даже длиннее основных петель. Акцепторный стебель содержит короткий одноцепочечный участок на 3'-конце (обычно 4 нуклеотида длиной), заканчивающийся последовательностью ...CCA, которая способна ковалентно присоединять аминокислоту с образованием аминоацил-тРНК, основного «кирпичика» белкового синтеза.

Но такая привычная всем картинка с клеверным листом является лишь схемой: истинная пространственная структура тРНК совершенно другая и напоминает скорее букву Г размерами ~6×6 нм, в которой антикодон и 3'-конец акцепторного стебля разнесены на максимально большое расстояние друг от друга.

«Неразборчивый» рибозим

Обычно тРНК синтезируется в виде длинной молекулы-предшественника (например, у бактерий несколько рядом стоящих генов обычно «считываются» вместе одной молекулой РНК). Поэтому в ходе своего созревания тРНК вырезается из более длинных транскриптов. Этот процесс осуществляет фермент РНКаза E, однако при этом на 5'- и 3'-концах предшественника тРНК остается несколько лишних нуклеотидов, и для их удаления требуется действие других, специфичных нуклеаз.

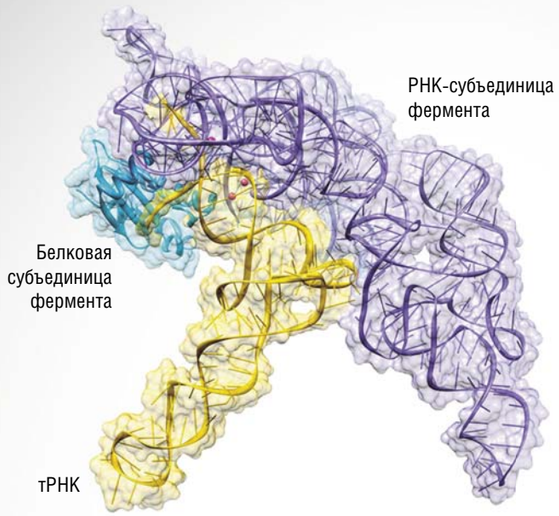
Один из таких ферментов, РНКаза P, занимается тем, что удаляет нуклеотиды с 5'-конца предшественника тРНК. Эта нуклеаза стала главным объектом работ в моей лаборатории с начала 1970-х гг., когда мы открыли, что тРНК синтезируется из РНК-предшественника. Но, безусловно, самое главное и неожиданное наше открытие, касающееся этой нуклеазы, опубликованное в 1983 г. в журнале *Cell*, заключалось в обнаружении каталитических свойств входящей в ее состав молекулы РНК. Другими словами, фермент оказался не белком, а РНК – сейчас такие катализаторы называются рибозимами.

На самом деле РНК в РНКазе P никогда не работает сама по себе. Она может катализировать реакцию в пробирке, но во всех живых организмах она находится в комплексе как минимум с одним белком, а у высших организмов *(эукариот)* число последних достигает десяти. Хотя РНК даже и при удалении белков сохраняет частично каталитическую активность, она не может работать в клетках, полностью лишенных одного из белковых компонентов РНКазы P. Однако достаточно логично предположить, что все известные сегодня РНКазы P произошли от предшественника, содержавшего только РНК, когда бы этот «предок» ни существовал: в самые ранние эволюционные времена «мира РНК» или позже, когда конвейер белкового синтеза стал приобретать современный вид.

Наши исследования механизма действия РНКазы P позволили установить минимальные требования к ее субстрату. Как должна выглядеть молекула РНК, чтобы ее мог узнавать и расщеплять этот рибозим?

Поразительно, но структура в виде клеверного листа для этого совершенно не требуется. РНКаза P эффективно расщепляет любую РНК, которая напоминает стебель тРНК, т.е. является частично двуцепочечной со свободным одноцепочечным 3'-концом ...RCCA (где R – остаток аденина либо гуанина). РНКаза P расщепляет такие субстраты с 5'-конца в том месте, где кончается двуцепочечная ДНК и начинается одноцепочечный «хвост». Даже если взять в качестве мишени одну РНК с любой последовательностью, а другую – комплементарную ей – снабдить ...RCCA-хвостиком (так называемая *внешняя направляющая последовательность*), то мишень все равно будет расщеплена.

Причины такой «неразборчивости» ясно следуют из строения РНКазы P, которое было расшифровано методом рентгеноструктурного анализа. Рибозим связывает субстрат в основном за счет соответствия своей структуры форме субстрата, а специфичные комплементарные связи образуются лишь в области 3'-конца, где расположен неизменный «хвостик». Более того, можно использовать даже химически измененную направляющую РНК, лишь бы только она содержала последовательности, требуемые для распознавания.



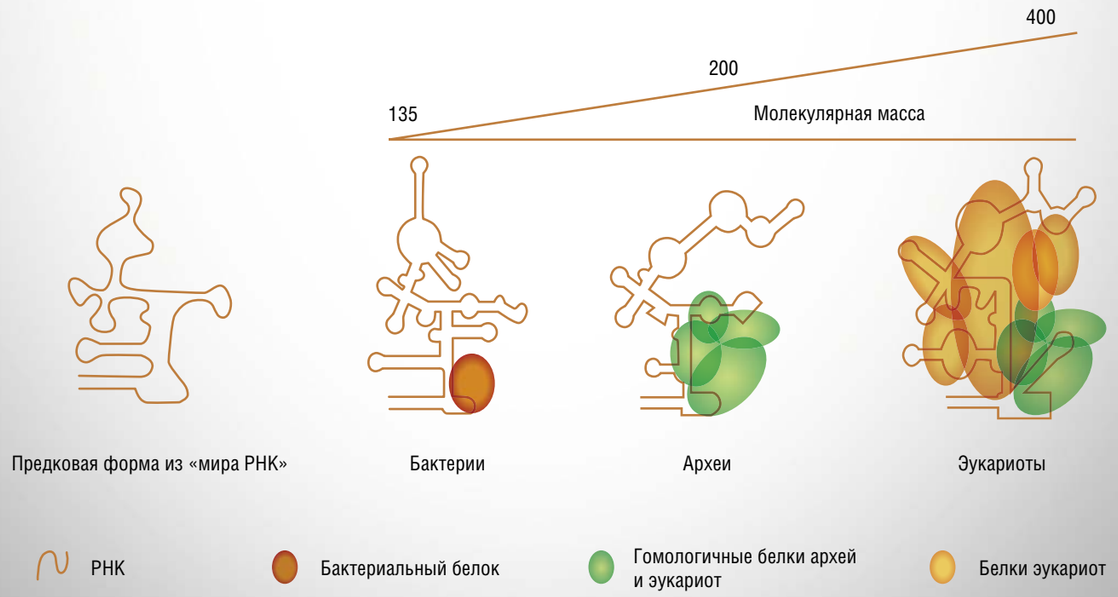
Комплекс РНКазы P с тРНК

Фермент РНКаза P *(вверху)* во всех живых организмах находится в комплексе как минимум с одним белком. Бактериальный фермент помимо каталитической РНК содержит только один белок (RnpA). У архей – одноклеточных прокариот, которые по некоторым генам и метаболическим путям стоят ближе к эукариотам, чем к бактериям, – для образования РНКазы P ее РНК связывается с 4—5 белками, ни один из которых не похож на RnpA. У эукариот с каталитической РНК связано до десяти белков, ряд из которых гомологичен белкам архей, а другие являются уникальными для эукариот *(внизу)*. *По: (Walker & Engelke, 2008)*

Против лекарственной устойчивости

Объяснение субстратной специфичности РНКазы P стало отправной точкой для дальнейших поисков. Раз мы можем при помощи РНКазы P расщепить практически любую РНК, почему бы не превратить ее в инструмент для разрушения нежелательных РНК? Если бы мы могли, например, ввести внешнюю направляющую РНК в клетки патогенных бактерий, их собственная РНКаза P разрушила бы комплементарную им клеточную РНК-мишень, потеря которой была бы для бактерии летальна.

Нужное ли это дело? Широкое неконтролируемое использование антибиотиков привело к росту встречаемости микробов с лекарственной устойчивостью. Одна из главных причин ее появления в том, что бактерии легко обмениваются кусками



Фермент РНКаза Р занимается удалением нуклеотидов с 5'-конца предшественника тРНК, находящихся рядом с 3'-«хвостиком». Однако оказалось, что для ее работы не требуется структура «клеверного листа», в которой обычно представляют тРНК. РНКаза Р эффективно расщепляет любую РНК, которая напоминает «стебель» тРНК, т. е. частично двуцепочечную, со свободным одноцепочечным 3'-концом. Фермент расщепляет такие субстраты с 5'-стороны в месте, где кончается двуцепочечная ДНК и начинается одноцепочечный хвост

генетического материала *(плазмидами)*, которые зачастую несут гены устойчивости к антибиотикам. Так что если подобная плазмида появляется в популяции каких-то бактерий или даже в микробной экосистеме, состоящей из разных видов, то очень скоро все ее члены становятся ее носителями в случае, если в окружающей среде присутствует соответствующий антибиотик. Все другие бактериальные клетки просто вымрут.

Нужно уточнить, что лекарственная устойчивость может развиваться и по другим причинам, связанным с мутацией белка-мишени в лекарстве, с производством клетками слишком большого количества белка-мишени, а также с активацией генов, ответственных за выведение лекарства из организма. В целом же масштаб проблемы лекарственной устойчивости и связанных с ней рисков огромен. Например, сегодня во всем мире наблюдаются формы туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью, нечувствительные к противотуберкулезным антибиотикам первой линии (изониазиду и рифампицину) и ответственные за 4 % новых случаев и 20 % рецидивов заболевания. Если же туберкулезные бактерии выработали еще и устойчивость к хинолоновым антибиотикам и средствам второй линии – канамицину и др., то они вызывают заболевание с экстремальной лекарственной устойчивостью. И такие случаи в мире насчитываются десятками тысяч ежегодно. Добавим, что в Индии, Иране и Италии уже наблюдаются случаи туберкулеза с тотальной лекарственной устойчивостью, которые в принципе не поддаются никаким современным антибиотикам.

Ситуацию не улучшает и тот факт, что разработка нового антибиотика стоит миллионы долларов, и фармацевтические компании не выстраиваются в очередь, чтобы потратить эти миллионы на создание недорогих лекарств для узкой группы потребителей. Пациенты же, которые, не раздумывая, потратили бы десятки тысяч долларов за курс химиотерапии при раке, продлевающий жизнь на несколько месяцев, неохотно платят сотню долларов за лечение инфекции.

Точное попадание

Осознав терапевтический потенциал внешних направляющих последовательностей РНКазы Р, мы стали искать способ эффективно доставлять их в клетки бактерий. Для этого направляющие последовательности соединили с особыми пептидами (короткими белковыми фрагментами), которые могли проделывать дыру в клеточной стенке бактерий либо активно транспортироваться в клетку. Направляющая последовательность в этом случае играет роль своеобразного «пассажира».

Другим важным решением стал выбор химических свойств направляющих последовательностей: мы использовали не обычные РНК или ДНК, а так называемые *морфолиновые олигонуклеотиды*, в которых вместо углеводного остатка рибозы или дезоксирибозы стоит гетероциклическая морфолиновая группа. Такие конструкции более стабильны в клетках и образуют более тесные комплексы с РНК-мишенями.

В качестве мишени мы использовали бактериальную мРНК, транскрибируемую с гена *gyrA*, который кодирует фермент ДНК-гиразу, необходимый для репликации бактерий. Инактивация ДНК-гиразы смертельна для бактериальных клеток. Поэтому гираза – известная мишень для таких важных групп антибиотиков, как

фторхинолоны (например, популярный в последнее время антибиотик ципрофлоксацин) и аминокумарины.

Ген *gyrA* настолько консервативен, что оказалось возможным создать направляющую последовательность, общую для целого ряда патогенов. В нашей лаборатории бактерицидные свойства направляющих последовательностей были исследованы на нескольких видах бактерий, которые либо сами патогенны, либо являются моделью опасных бактерий. В большинстве случаев при применении нашего препарата выживало менее 1 % бактерий, хотя нужно признать, что концентрация препарата была при этом достаточно высока по сравнению с рабочими концентрациями привычных антибиотиков.

Воодушевившись первым успехом, мы обратили внимание на другую болезнь – малярию. Один из возбудителей малярии, *Plasmodium falciparum*, относится не к бактериям, а к одноклеточным эукариотам. Однако в клинических изолятах этого паразита также наблюдается устойчивость ко многим противомалярийным препаратам. Когда мы разработали направляющую последовательность для направленного расщепления мРНК, кодирующей ДНК-гиразу плазмодия, и ввели ее в зараженные эритроциты, то паразит прекратил расти. Однако он чувствовал себя прекрасно, если мы вводили направляющие последовательности, разработанные для бактериального гена *gyrA*, т. е. в этом случае специфично разрушалась именно целевая мРНК *P. falciparum*.

Многие лекарства с несчастливой судьбой кончают свою карьеру в тот момент, когда, несмотря на многообещающие предварительные результаты, не показывают активности в условиях живого организма. Поэтому на следующем этапе мы опробовали свой подход в ситуации, более приближенной к реальности, – на гнойных ранах.

Разумеется, ради науки страдали не люди, а лабораторные мыши, которым в область спины делали укол, а в получившуюся ранку вносили суспензию золотистого стафилококка – частого возбудителя кожных инфекций человека. На следующий день рану покрывали специальным гелем, содержащим морфолиновый олигонуклеотид, направленный на мРНК бактериального гена *gyr*, ранее прекрасно зарекомендовавший себя на чувствительных и устойчивых к антибиотикам штаммах; контролем служила либо неспецифичная последовательность, либо обычный физиологический раствор. Оказалось, что раны заживали значительно быстрее у мышей, пролеченных активным морфолиновым олигонуклеотидом, по сравнению с контрольными группами. Судя по данным микроскопии, лечение приводило к лучшей регенерации эпителия и зрелого коллагенового слоя. Более того, в ранах таких мышей численность бактерий была также намного меньше. Таким образом, строгий тест на активность в организме млекопитающих был пройден – по крайней мере, на мышах.

Стратегия лечения, основанная на действии рибозима РНКазы Р, обещает человечеству победу в гонке, которая до сих пор считалась проигранной: между новыми лекарствами и устойчивостью к ним, которую приобретают бактерии. Ведь когда разработка нового препарата стоит 100 млн долларов, а путь от идеи до аптечной полки занимает 10 лет, а бактерии за один-два года становятся совершенно к нему устойчивы, то гадать о победителе не приходится.

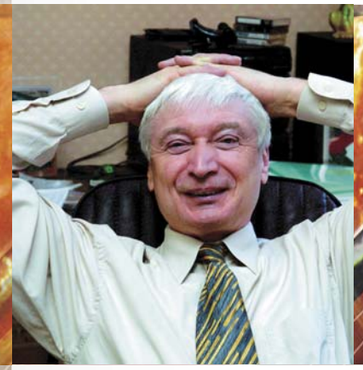
Препараты, способные целенаправленно расщеплять бактериальную РНК, могут кардинально изменить эту ситуацию. После подтверждения безопасности и эффективности этой группы соединений, например, морфолиновых олигонуклеотидов, соединенных с определенным пептидом, способным проникать в клетку, можно достаточно свободно варьировать направляющую последовательность, нацеливая ее на различные жизненно важные гены болезнетворного микроорганизма. Или даже комбинировать мишени, что делает появление лекарственной устойчивости практически невозможным. Наконец и для фармакологии это, скорее, исключение, чем правило – один и тот же тип лекарств может действовать как на бактерий, простейшие и грибки, так, возможно, даже на вирусы и определенные типы раковых клеток. Для этого достаточно лишь найти способ доставки препарата в нужное место.

Почему же врачи до сих пор при лечении инфекций полагаются на ампициллин, хлорохин и прочий арсенал многолетней давности? Ответ лежит в основном в экономической плоскости. Морфолиновые (да и любые другие) нацеливающие последовательности действительно дороже традиционных антибиотиков, массовое производство которых налажено, и фармацевтические компании боятся того, что пациенты и врачи будут предпочитать продолжать использовать старые лекарства. Однако разница в цене не столь велика: одна доза может стоить на 2–3 доллара дороже, чем доза обычного антибиотика. Терапия на основе нацеливающих последовательностей РНКазы Р эффективна и сопряжена с меньшими побочными эффектами. На наш взгляд, пришло время объединить усилия ученых, врачей, фармацевтических компаний и государства и вложиться в новую технологию, которая сулит огромную выгоду для всех.

Автор благодарит проф., д.б.н. Д. Жаркова (ИХБФМ СО РАН, Новосибирск) за подготовку публикации на основе лекции, прочитанной автором в мае 2014 г. в Новосибирске. Работа поддержана грантом Правительства РФ (2013)

Приручение древней молекулы

РНК всегда были в центре внимания исследователей, а в новосибирском Институте химической биологии и фундаментальной медицины (ИХБФМ) – даже раньше, чем он стал институтом. Еще в 1960-х гг., когда будущий институт был всего лишь Отделом биохимии в составе Новосибирского института органической химии СО РАН, его руководитель Д.Г. Кнорре с коллегами сформулировал идею комплементарно адресованной модификации – «нацеливания» по принципу комплементарности на молекулы РНК других, коротких, молекул нуклеиновых кислот (олигонуклеотидов), несущих химически активные группы. Сотрудники ИХБФМ внесли большой вклад в изучение транспортной РНК и рибосом, в проверку гипотезы «мира РНК» и в создание новых методов химического синтеза молекул РНК. Не обошли вниманием в институте и каталитические РНК – рибозимы. Поэтому предложение создать в составе института лабораторию под руководством нобелевского лауреата, открывшего каталитические свойства РНК, возникло совершенно естественно и было поддержано Министерством образования и науки, выделившим для этого один из своих немногочисленных и крайне престижных мегагрантов



ВЛАСОВ Валентин Викторович – академик РАН, председатель Объединенного ученого совета СО РАН по биологическим наукам, директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), заведующий кафедрой молекулярной биологии Новосибирского государственного университета. Лауреат государственной премии РФ (1999). Автор и соавтор более 460 научных работ и 29 патентов

ЖАРКОВ Дмитрий Олегович – доктор биологических наук, заведующий группой взаимодействий биополимеров Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). В течение восьми лет работал в лаборатории А. Гроллмана (США). Автор и соавтор 80 научных работ

ПЫШНЫЙ Дмитрий Владимирович – доктор химических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией бионанотехнологии Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 140 научных работ и 10 патентов

Ключевые слова: некодирующие РНК, комплементарно адресованная модификация, РНК-интерференция, стволовые клетки, геномное редактирование.
Key words: non-coding RNA, targeted nucleic acid modification, RNA interference, stem cells, genome engineering

© В.В. Власов, Д.О. Жарков, Д.В. Пышный, 2014

В начале было слово из трех букв. И слово это было – РНК...

Когда С. Альтман начал заниматься ферментом РНКазой Р, которая в конце концов принесла ему Нобелевскую премию, в биологии бытовало совершенно однозначное мнение: все катализаторы в клетке – это белки. Мнение это было подкреплено Нобелевской премией (1946) американских биохимиков Д. Самнера, Д. Нортропа и У. Стэнли, ставшей эпохальным событием: американское трио доказало, что ферменты – это биологические катализаторы, т.е. представляют собой конкретные химические соединения. Тем самым была окончательно похоронена идея витализма, «жизненной силы», пронизывавшая всю биологию до XX в.

С тех пор белковая природа ферментов сомнению не подвергалась. Поэтому Альтман и его коллега Т. Чех, открывший каталитическую роль РНК в удалении из самой себя некодирующих участков (*интронов*), приложили очень большие усилия, чтобы опубликовать свои результаты, которые не вписывались в тогдашнюю парадигму. Но настоящая наука тем и отличается, что даже самые невероятно выглядящие результаты быстро превращаются в общепризнанные факты, если их в состоянии воспроизвести другие ученые. Признание к Чеху и Альтману пришло очень быстро: их пионерные статьи появились в 1982 и 1983 гг., а премия нашла своих героев в 1989 г. – по нынешним временам, практически мгновенно.

Работа Альтмана и его коллег вызвала всплеск интереса к РНК. Еще одна несокрушимая парадигма тех времен – так называемая «центральная догма молекулярной биологии», гласила, что РНК (а именно *матричная РНК*, мРНК) служит переносчиком информации между ДНК и белком. Были хорошо известны и *некодирующие РНК*: *рибосомная* и *транспортная*, играющие главные роли в процессе *трансляции* – синтеза белка по матрице РНК.

На этом функции РНК в клетке считались исчерпанными. Впрочем, уже тогда были известны короткие ядерные РНК с неясными функциями, но вряд ли кто-нибудь в то время ожидал от РНК каких-то сюрпризов. Однако и сам создатель цетральной догмы биологии Ф. Крик, и некоторые другие известные ученые, занимавшиеся происхождением жизни (Л. Оргелл, К. Вёзе), высказывали идею, что когда-то, на заре жизни, РНК могла играть большую роль, чем сейчас. Но эти теории основывались на очень косвенных соображениях. Например, что многие ферменты-белки работают только в присутствии «помощников» – коферментов нуклеотидной природы, – которые, возможно, представляют собой «ископаемые останки» предковых форм всего живого.

Открытие ферментов-РНК (далее мы будем использовать общепринятый термин «рибозим») перевернуло представление о том, что эта молекула может делать и чего не может. В 1986 г. еще один нобелевский лауреат У. Гилберт впервые произнес слова «мир РНК», подразумевая наш мир на самых ранних стадиях эволюции, когда не было еще ни ДНК, ни белков, и за «выживание» конкурировали между собой лишь самовоспроизводящиеся каталитические молекулы РНК.

С тех пор в пользу этой смелой гипотезы находятся все новые и новые подтверждения. Число известных рибозимов, как природных, так и искусственных, измеряется уже сотнями, а роль РНК проявляется во все новых и новых биологических системах. Забавный факт: в 1998 г. в Норвегии даже появилась рок-группа под названием «Ribozyme».

РНК тут, РНК там

И все же одного лишь открытия рибозимов было бы недостаточно, чтобы РНК из скромного промежуточного звена между главным хранителем генетической информации, ДНК, и главными исполнителями клеточных функций, белками, превратилась в центральный элемент, связующий воедино огромную долю процессов клеточной жизнедеятельности. В конце концов, по сравнению с белками число рибозимов очень мало, а функции их в природе ограничены. Но после работ Альтмана и Чеха РНК стала преподносить сюрпризы чуть ли не каждый год!

Какие же новые функции этой молекулы стали известны за пределами простой схемы Крика, в которой фигурировали только матричная, рибосомная и транспортная РНК? Начать можно, собственно, никуда от нее не уходя: оказывается, в такой сложной структуре, как рибосома (которая даже у бактерий состоит из трех цепей разных рРНК и нескольких десятков белков), главную реакцию – образование пептидной связи – катализируют не белки, а одна из молекул РНК!

Случаев, когда РНК выполняет каталитическую функцию, находясь в комплексе с белками, или организует сборку функционального РНК-белкового комплекса, сегодня известно очень много. Один из самых красивых и важных примеров такого комплекса – фермент *теломераза*, существование которого сначала «на кончике пера» предсказал советский ученый А.М. Оловников, а затем его открыли американские биологи Э. Блэкберн и К. Грейдер, удостоенные за это Нобелевской премии.

Как известно, у человека и всех эукариот хромосомы линейные, а синтез концов линейной ДНК представляет особую проблему: из-за особенностей механизма инициации синтеза ДНК каждый цикл клеточного деления теоретически должен сопровождаться утерей

ее у самого конца. Однако особая структура концевых последовательностей ДНК (*теломер*) позволяет обойти эту проблему.

Впервые репликация теломеров была исследована Блэкберн и Грейдер у инфузории *Tetrahymena*, у которой в ядре соматической клетки имеется много тысяч линейных минихромосом. Теломеры состоят из большого числа консервативных коротких гексамерных повторов: у человека – TTAGGG, у *Tetrahymena* – TTGGGG. В активно делящихся клетках присутствует специальный фермент для репликации концов ДНК – теломераза, которая у инфузории содержит небольшую молекулу РНК, а в этой РНК имеется последовательность AACCCCAAC.

Нетрудно увидеть, что эта последовательность комплементарна полному гексамерному повтору и еще его половине. Теломераза связывает конец ДНК, достраивает шесть нуклеотидов GGGTTG по матрице своей РНК, а затем сдвигается опять же на шесть нуклеотидов так, чтобы повторить весь цикл. В этом случае все ферментативные функции выполняет белковая часть теломеразы, а РНК используется только как матрица для синтеза.

Подобных функциональных рибонуклеопротеинов в клетке предостаточно. Процесс *сплайсинга* (удаления из мРНК интронов) выше уже упоминался в связи с открытием Чехом рибозимов. Любопытно, что он открыл рибозимы для сплайсинга в той же инфузории *Tetrahymena*, так что этот скромный организм прочно вписал себя в историю молекулярной биологии.

Так или иначе, но у большинства организмов, в том числе и человека, сплайсингом занимаются не рибозимы в чистом виде, а так называемые *малые ядерные рибонуклеиновые частицы*, представляющие собой комплексы РНК с белками, в которых РНК играет и структурную, и каталитическую роль. Или другой, достаточно неожиданный пример: оказывается, что белки, секретируемые клеткой, при синтезе пересекают мембрану эндоплазматической сети, а для этого они взаимодействуют с так называемой «частицей, узнающей сигнал» (SRP) – рибонуклеопротеином, состоящим из одной молекулы РНК и шести белков.

В начале 2000-х годов были открыты и так называемые *рибосвитчи* – РНК-переключатели биохимических процессов. Это участки молекул мРНК, которые сами ничего не кодируют, могут, связывая какую-то сигнальную молекулу в клетке, менять свою структуру и тем самым влиять на процесс транскрипции. Например, тиаминовый рибосвитч, открытый российскими учеными из Института генетики и селекции промышленных микроорганизмов (Москва), связывается с тиаминпирофосфатом – производным витамина B_1, что снижает трансляцию мРНК генов, участвующих в синтезе витамина B_1. Раз этого витамина много, клетке можно не тратить силы на его производство.

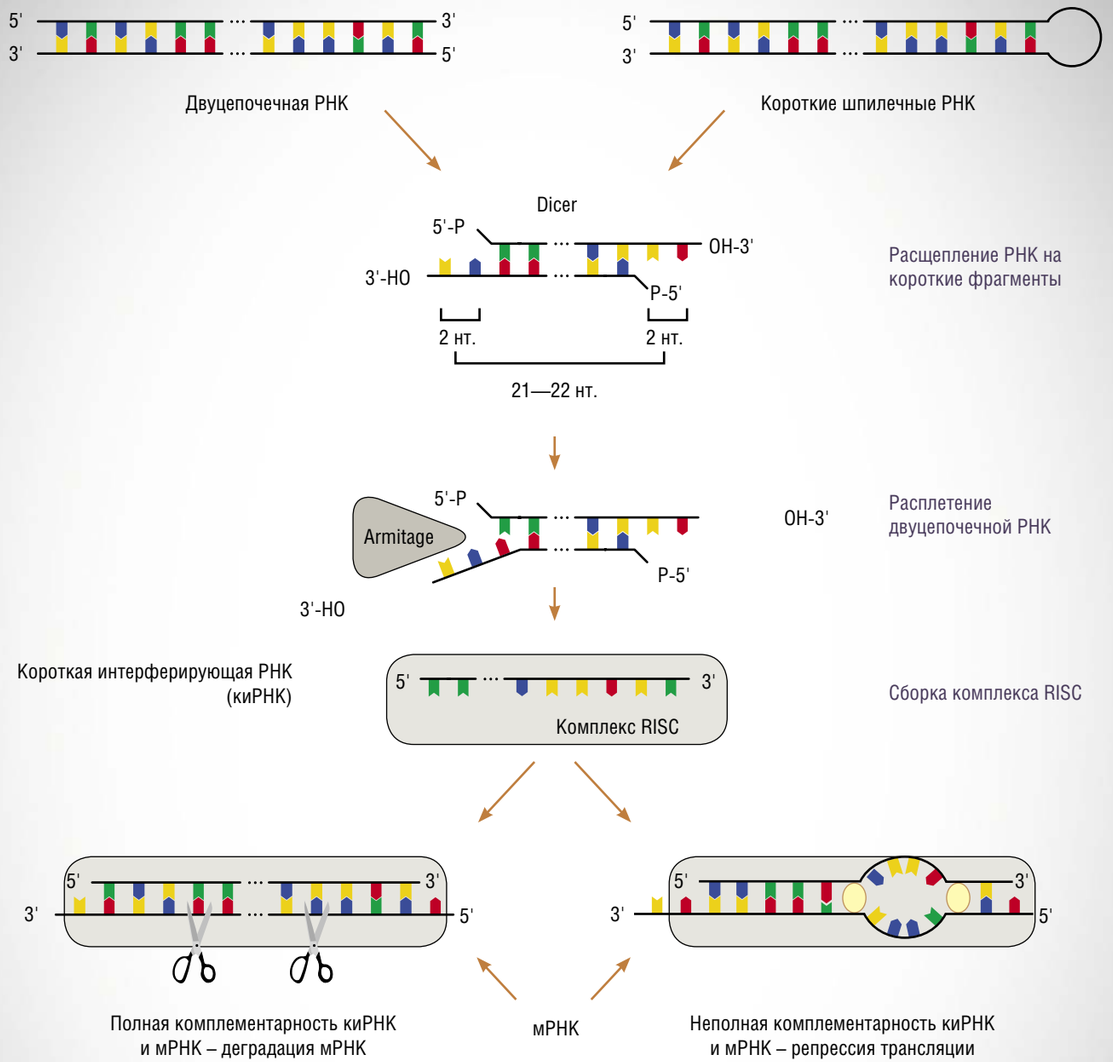
Очень часто мы знаем, что в каком-то клеточном процессе участвует некодирующая РНК, но не можем пока определить механизм, по которому этот процесс происходит. Например, во всех клетках женского организма одна из двух Х-хромосом сконденсирована и практически не принимает участия в синтезе белков. Для такой конденсации необходима некодирующая РНК Xist, множество копий которой как бы покрывает одну из Х-хромосом. Как именно РНК Xist связывается с хромосомой, какая хромосома выбирается – до сих пор не очень понятно. Кстати, в исследование функций этой РНК внесли большой вклад новосибирские ученые из лаборатории С. М. Закияна Института цитологии и генетики СО РАН.

А для того чтобы в клетке человека началась репликация – удвоение генома, нужна так называемая Y-РНК, которая связывается с точками начала репликации. Но что происходит дальше, пока остается тайной.

Наконец, некодирующие РНК часто выступают как регуляторы активности генов по принципу комплементарности – эта идея, высказанная академиком Д. Г. Кнорре, оказалась востребована самой природой. Взять, например, феномен *РНК-интерференции*, обнаруженный в 1998 г. американцами К. Мелло и Э. Файером. Кстати сказать, оказалось, что у растений подобное явление наблюдали еще в 1920-х гг., но тогда не смогли правильно истолковать. Суть его в том, что линейные двуцепочечные, или шпилечные, РНК могут подавлять экспрессию генов, содержащих гомологичные им последовательности. Усилиями многих ученых был очень скоро установлен механизм этого процесса. Как правило, при наличии точного комплементарного соответствия мРНК и коротких интерферирующих РНК (киРНК) происходит деградация мРНК, а при неполном комплементарном соответствии трансляция мРНК просто блокируется. Однако молекулярные детали этих процессов полностью еще не выяснены. РНК-интерференция может также регулировать структуру и уровень конденсации хроматина.

Когда механизм РНК-интерференции прояснился и стало понятно, что можно использовать ее для подавления экспрессии практически любого гена в клетке, ему начали придумывать разные полезные приложения. Сначала, разумеется, в лабораторной практике: подавление экспрессии гена при помощи РНК-интерференции, или *нокдаун гена* (по аналогии с нокаутом, т. е. удалением гена), прочно вошло в практику молекулярно-биологических лабораторий. Сейчас существуют даже специальные сервисы: вы даете им последовательность нужного гена, а они и интерферирующую РНК разработают и синтезируют генную конструкцию, которая будет эту РНК производить.

Но, конечно, лабораторными инструментами дело не ограничилось – на основе РНК-интерференции начали разрабатывать терапевтические средства. Пер-



Суть механизма РНК-интерференции заключается в подавлении экспрессии генов линейными двуцепочечными или шпилечными РНК, ссодержащими гомологичные им последовательности. Сначала фермент-эндонуклеаза Dicer расщепляет такие РНК на короткие двуцепочечные РНК длиной 21—22 пары нуклеотидов, содержащие выступающие 3'-концы по два нуклеотида. Такие РНК затем «расплетаются» другим ферментом – РНК-геликазой Armitage. Эта стадия очень важна, потому что именно в это время определяется, какая из двух коротких цепочек будет работать дальше – «рабочей» цепочкой становится та, 5'-конец которой в дуплексе менее стабилен и легче расплетается. Далее на этом одноцепочечном кусочке РНК («короткой интерферирующей РНК», киРНК) собирается комплекс RISC, в состав которого входит, в частности, белок Argonaut, который опосредует образование комплементарного дуплекса между киРНК и конкретной мРНК, регулируемой при помощи РНК-интерференции

выми в клинических испытаниях стали исследовать интерферирующие РНК для обращения дегенерации сетчатки глаза и лечения инфекции респираторным синцитиальным вирусом, который вызывает больше всего заболеваний дыхательных путей у новорожденных и маленьких детей. Этим дело не ограничилось – сейчас готовятся к клиническим испытаниям и антивирусные РНК против герпеса, гепатитов А и В, вируса иммунодефицита человека, гриппа, кори и даже онкологичесих заболеваний.

РНК-интерференция нашла свое место даже в сельском хозяйстве. Так, известная биотехнологическая фирма «Монсанто» сейчас работает над сортами культурных растений, производящих инсектицидные интерферирующие РНК. А американские ученые вывели сорт хлопка, семена которого съедобны, потому что в них методом РНК-интерференции нарушено производство токсина госсипола.

К концу прошлого столетия оставался неясным один момент. Если в клетке есть специальный механизм, работающий с молекулами РНК, которые вводят в клетку исследователи, значит, это, наверное, неспроста? Иначе зачем клетке содержать несколько белков, которые выполняют скоординированную работу по использованию того, что «подсунули» ей ученые?

И вот, в начале 2000-х гг. прогремело новое открытие – *микроРНК*. Как обычно, оказалось, что первая такая РНК была обнаружена ранее в микроскопическом почвенном черве-нематоде *Caenorhabditis elegans*, модельном организме для генетики развития, но в то время сущность этого открытия не была понята.

МикроРНК в клетке образуются из РНК таким же способом, как и искусственно внесенные двуцепочечные РНК: сначала молеклы нарезаются на куски, а затем идет процесс, аналогичный РНК-интерференции. С тех пор были открыты сотни микроРНК: по всей видимости, они входят в число важнейших регуляторов активности генов человека.

Российские нуклеиновые кислоты

Задача у новосибирской лаборатории С. Альтмана, созданной на средства мегагранта, не из простых: создать новый вид соединений для лечения бактериальных, вирусных и протозойных инфекций. Микробы стали сейчас устойчивыми ко многим антибиотикам, и если смотреть правде в глаза, то становится ясным, что современное здравоохранение висит на волоске, ведь уже появились штаммы стафилококка и туберкулезной палочки, устойчивые практически ко всем известным антибиотикам. С другой стороны, бесконтрольное применение антибиотиков не только провоцирует развитие лекарственной устойчивости, но и опасно для самих больных, поскольку лекарства убивают не только болезнетворных бактерий, но и полезных обитателей нашего желудочно-кишечного тракта.

Так возникла идея использовать для борьбы с патогенами ген-направленные соединения, которые будут убивать только вполне определенный микроб и не трогать другие. Ведь если строение бактериального гена известно, можно синтезировать подходящий олигонуклеотид – цепочку РНК, ДНК или каких-то модифицированных нуклеиновых кислот, которая «прилипнет» именно к конкретной нуклеиновой кислоте. Если к этой направляющей части присоединить молекулу, которая будет поражать нуклеиновую кислоту-мишень, то мы получим ген-направленный реагент, который будет действовать только на целевой геном. Конечно, нужно еще научиться защищать такое лекарство от разрушения в организме, сделать его нетоксичным, а главное – «научить» его проникать внутрь клетки.

В работе по мегагранту с российской стороны участвуют и химики, которые синтезируют нуклеиновые кислоты, и микробиологи, испытывающие эти соединения на реальных мишенях. Некоторых целей уже удалось достичь – так, создан вариант олигонуклеотида, который не разрушается в крови.

А вот проблема доставки препарата в бактериальные клетки пока остается неприступной. Для ее решения специалисты ИХБФМ СО РАН испытывают природные переносчики в виде разнообразных пептидов.

Параллельно идет работа над олигонуклеотидным препаратом против вируса гриппа – это относительно простая задача, потому что вирусные нуклеиновые кислоты уже находятся в инфицированной клетке человека, куда попасть гораздо легче, чем в бактериальную, окруженную плотной белково-полисахаридной оболочкой. В общем новосибирские ученые одновременно просчитывают много вариантов, и вполне вероятно, что какой-то из них окажется выигрышным.

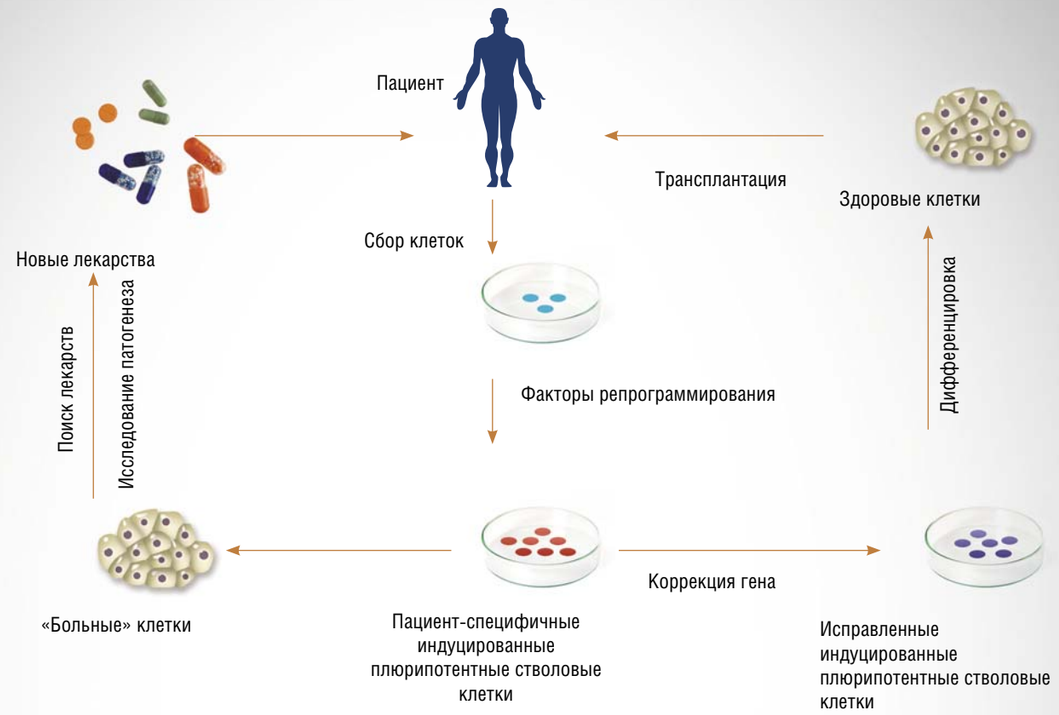
Новые трюки прирученной РНК

В институтской лаборатории нобелевского лауреата сейчас разворачивается и большой проект по «приручению» РНК для еще одной цели – клеточной терапии.

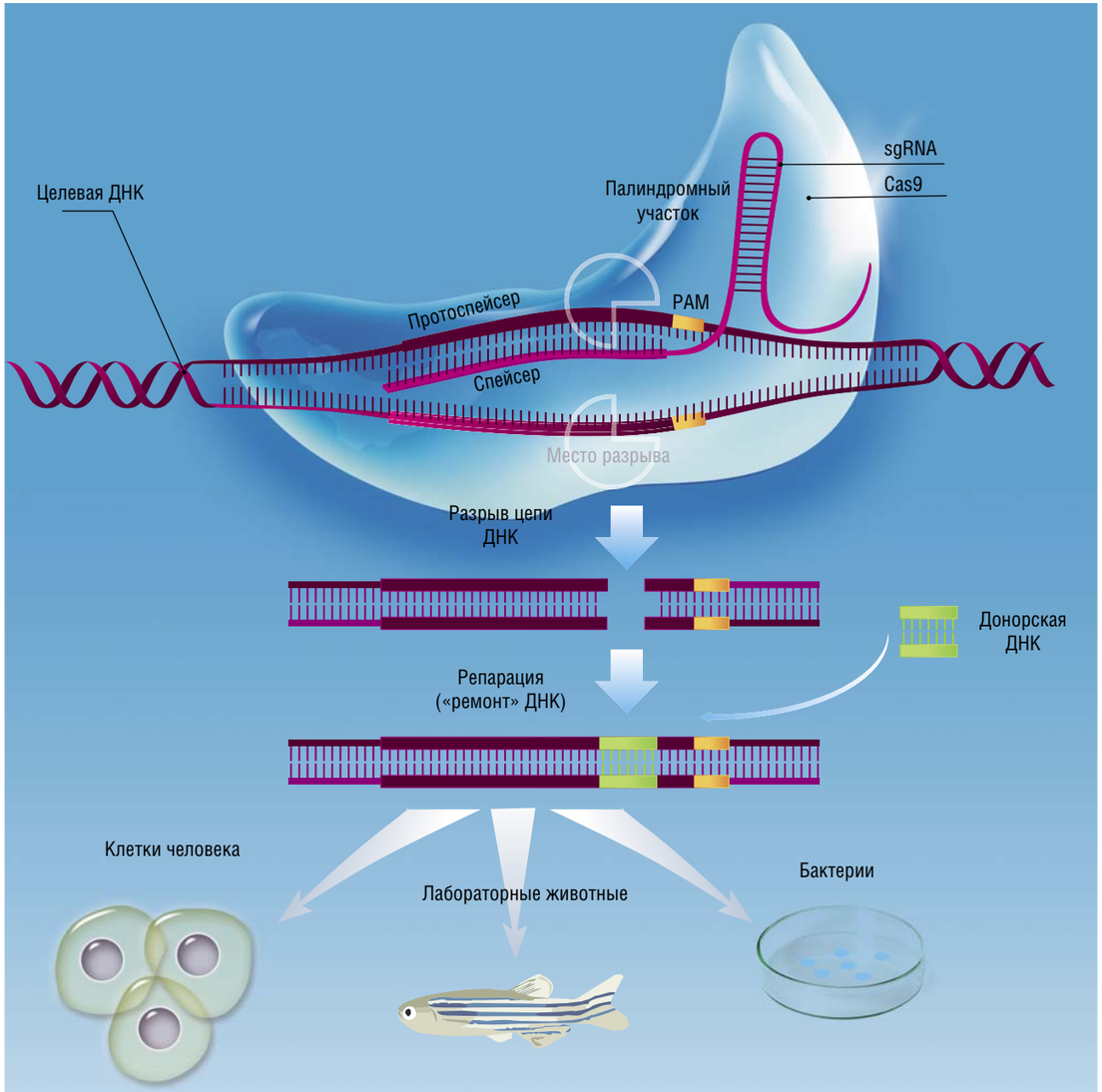
У этого направления есть своя занимательная и богатая история. Можно сказать, что она берет начало от овечки Долли, которую клонировал в 1996 г. из клетки вымени шотландец И. Вилмут. Для подобного клонирования – так называемого «переноса ядра соматической клетки» – требуется яйцеклетка, из которой удаляют ядро, и клетка-донор, из генетического материала которой потом развивается организм. На самых ранних этапах развития клетки эмбриона, получившиеся в результате такого переноса, сохраняют свою *плюрипотентность*, т. е. способность превратиться в любую клетку взрослого организма.

После работ Вилмута перед человечеством замаячила довольно страшная, с этической точки зрения, перспектива: взрослый человек, который хочет подлечиться, создает свой клон, из которого изымаются либо клетки на ранней эмбриональной стадии, либо органы – на стадии более поздней. И это не беспочвенные страхи: в современной медицине известны случаи, когда родители специально рожали здорового ребенка, чтобы он стал донором костного мозга для старшего брата или сестры, страдающих от какой-нибудь редкой наследственной болезни.

Гордиев узел этических проблем клонирования одним махом разрубил в 2006 г. японец С. Яманака, который нашел способ получать плюрипотентные клетки почти из любой клетки тела без необходимости создания и последующей разборки эмбриона. Оказалось, что для этого необходимо ввести в клетку активно работающие копии всего четырех генов-регуляторов: *Sox2*, *Oct4*, *Klf4* и *c-Myc*. В результате клетка печени, например, превращается в *индуцированную плюрипотентную стволовую клетку* (ИПС-клетку), которую потом можно подтолкнуть к преобразованию хоть в клетку печени, хоть в нейрон, хоть в лейкоцит. В исследованиях на лабораторных мышах даже было показано, что из таких клеток могут рождаться мышата, вырастающие во вполне здоровых и плодовитых мышей.



Новая парадигма лечения инфекционных и наследственных болезней базируется на возможности получить почти из любой клетки тела плюрипотентные клетки, способные превратиться в любую клетку взрослого организма. Современные молекулярно-генетические технологии открывают перспективы создания настоящей персонализированной медицины, а также практически неограниченные возможности создания эффективных и безопасных лекарств



Искусственная система редактирования геномов CRISPR/Cas создана по образу и подобию иммунной системы бактерий, направленной против ДНК бактериофагов. Система состоит из двух основных частей: некодирующей РНК (sgRNA) и белков-ферментов нуклеаз CAS. sgRNA с помощью Cas-белков присоединяется к протоспейсеру – комплементарному участку целевой ДНК. В месте посадки спейсера нуклеаза разрезает цепь ДНК-мишени. При репарации в место разреза возможно встроить любую донорскую молекулу ДНК

Открытие Яманаки дало надежду, что скоро мы научимся лечить почти любую наследственную болезнь. В самом деле, если бы из пациента можно было взять клетки, сделать из них ИПС-клетки, исправить в них генетический дефект и затем пересадить обратно пациенту, это помогло бы справиться со многими генетически обусловленными недугами.

Остается один маленький неясный момент: как исправить геном клетки? В принципе биологи уже умеют это делать, используя процесс гомологичной рекомбинации (таким образом с конца 1980-х гг. получают трансгенных животных), но у этой процеруды слишком низкая эффективность. И опять решение пришло, откуда не ждали. Еще в 1987 г. в геноме бактерий были обнаружены многочисленные участки-повторы CRISPR, с которых синтезируются маленькие РНК. Оказалось, что бактерии используют их для защиты от вирусов-бактериофагов: с их помощью уничтожаются «вражеские» нуклеиновые кислоты, которые вирус впрыскивает в бактерию. Бактерии же умеют распознавать это вторжение и посылают небольшие кусочки РНК, чтобы они связались с нуклеиновой кислотой «агрессора». Эти РНК действуют не сами по себе, а в комплексе с белком Cas9, который расщепляет ДНК или РНК вируса.

Но почему бы подобную систему использовать не только против вируса? Достаточно создать нужную нацеливающую РНК – и система CRISPR/Cas9 расщепит любую ДНК, какую мы захотим. А если в это же время ввести в клетку «донор» генетического материала (например, олигонуклеотид с исправленной последовательностью), то разрыв будет исправлен клеточными системами репарации ДНК. Таким образом, в геноме можно исправить любую мутацию. Справедливости ради стоит отметить, что это не единственный способ редактирования генома, но, по-видимому, система CRISPR/Cas9 является самой эффективной.

Разумеется, новосибирские ученые обратили внимание на такой многообещающий инструмент. С его помощью они собираются получить клетки, которые несут мутации, встречающиеся у пациентов с болезнью Альцгеймера, болезнью Паркинсона и некоторыми другими наследственными заболеваниями. Такие клетки очень нужны исследователям, занимающимся поиском новых лекарств, ведь только клетки человека могут дать наиболее правильные представления о том, как развивается болезнь. Эксперименты на животных здесь зачастую вообще неприменимы, например, болезни Альцгеймера не подвержены даже человекообразные обезьяны. И наоборот, из клеток больных наследственными заболеваниями с помощью этой системы можно делать нормальные, здоровые клетки. Для этого ученые ИХБФМ в сотрудничестве с Институтом патологии кровообращения им. Е. Н. Мешалкина выбрали синдром длинного интервала QT – одну из частых причин наследственных болезней сердца.

Но даже для для такого хорошего редактора геномов, как CRISPR/Cas9, эффективность процесса оставляет желать лучшего. Понятно, что способы его усовершенствования имеются, ведь первые работы по геномному редактированию с использованием этой системы вышли в свет только в 2013 г.

Узкое место процесса – репарация разрыва ДНК с использованием донорного олигонуклеотида в качестве матрицы, так как эта реакция проходит с не очень высоким выходом. Однако – такая удача! – репарация ДНК также входит в число основных научных интересов ИХБФМ.

Одно из подразделений института – группа взаимодействий биополимеров, занимается разработкой новых конструкций донорных олигонуклеотидов, которые должны резко повысить эффективность геномного редактирования. Более того, процесс репарации ДНК востребован и в конверсии обычных клеток в плюрипотентные, поэтому в группе также ведутся работы, поддержанные грантом Российского научного фонда, которые призваны значительно облегчить получение ИПС-клеток по сравнению с классической схемой Яманаки.

Представим теперь, что нам удалось исправить клетки и пересадить их обратно пациенту, где они начинают взаимодействовать со всем организмом. Читатель, не удивляйся – и здесь тоже замешана РНК! Совсем недавно было установлено, что клетки секретируют в кровь и другие биологические жидкости специальные частицы – *экзосомы*, состоящие из белка и РНК. Они, вероятно, представляют собой часть абсолютно нового механизма межклеточной сигнализации, при котором клетка передает часть генетического материала другим клеткам организма. Однако ни механизм образования экзосом, ни принципы, по которым отбираются для них белки и РНК, совершенно неизвестны. Но все эти вопросы также находятся в фокусе внимания новосибирских ученых.

Конечно, неправильно говорить, что РНК – это самая важная молекула жизни. Без ДНК и белков жизнь также была бы невозможна, а «мир РНК», скорее всего, давным-давно кончился бы, если бы природа не придумала современное разделение функций между ДНК, РНК и белком.

Однако можно безошибочно утверждать, что РНК из «бедного родственника» за последние четверть века превратилась в выдающийся член этой триады. Исследования, идущие в ИХБФМ СО РАН, призваны наилучшим образом использовать многочисленные функции РНК для направленного влияния на клетки, что позволит создать новые высокоэффективные технологии для медицины.

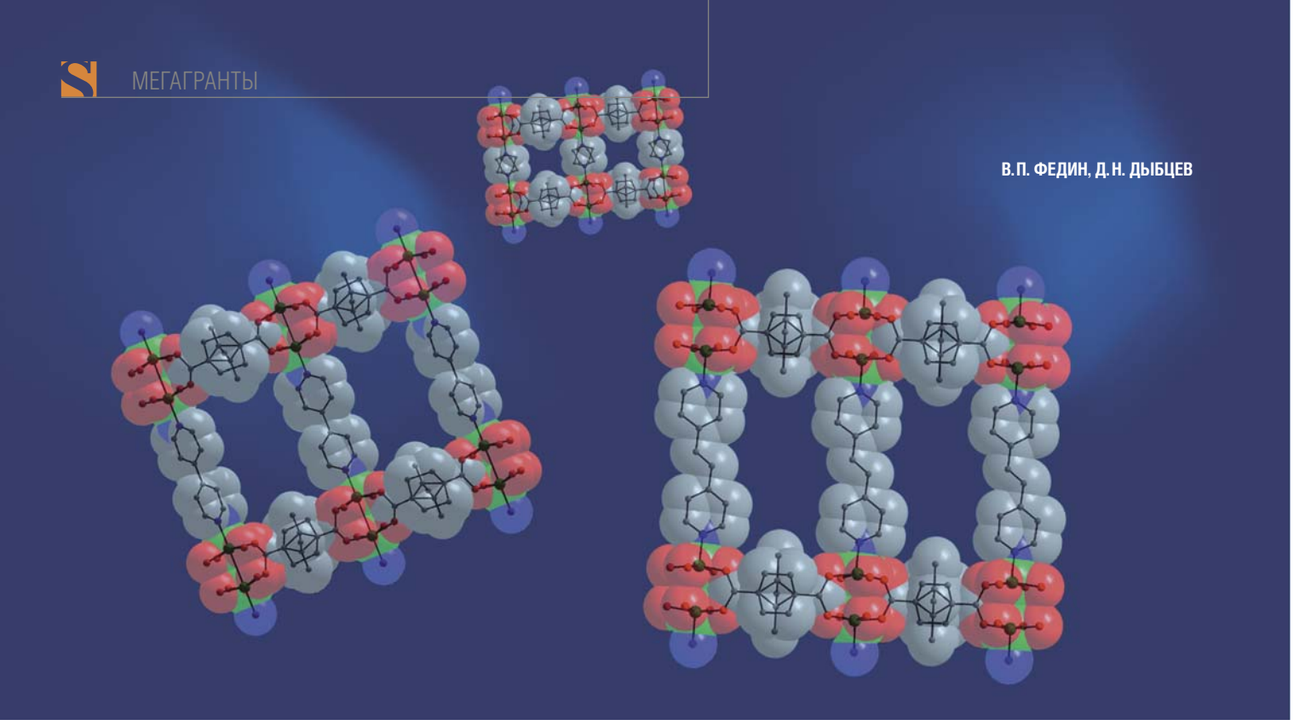
Литература

Власов В. В., Воробьев П. Е. Мир РНК: вчера и сегодня // НАУКА из первых рук. 2012. № 3 (45). С. 40–49.

Горман К., Файн Марон Д. Революция в мире РНК // В мире науки. 2014. № 6. С. 70–77.

Григорович С. Вначале была РНК? В поисках молекулы первожизни // Наука и жизнь. 2004. № 2.

Работа поддержана грантом РНФ 14-24-00093



В.П. ФЕДИН, Д.Н. ДЫБЦЕВ

В МАСТЕРСКОЙ ДИЗАЙНА ПОЛИМЕРОВ

Новый этап в химии металлоорганических координационных полимеров, удивительных соединений, способных формировать пористые структуры, начался в 1989 г. с пионерных работ австралийского химика Р. Робсона. Ученый усмотрел в этих полимерах огромные перспективы дизайна – возможность, как в детской игре Лего, соединять вместе отдельные фрагменты определенной геометрии в структуры с предсказуемой формой. Число таких возможных структур огромно и, что особенно важно, эти соединения обладают рядом уникальных свойств, что открывает перспективы их широкого практического применения. В нашей стране синтезом и изучением свойств координационных соединений занимаются в нескольких научных центрах, среди которых – Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск), получивший в 2014 г. грант Правительства РФ для проведения исследований соединений совместно с проф. М. Шродером (Ноттингемский университет, Великобритания)

Металлоорганические каркасы *координационных полимеров*, как следует из их названия, построены из органических и неорганических строительных блоков. Неорганические блоки соединяются через органические *(мостиковые лиганды)* с образованием разнообразных ажурных структур, подобных строительным лесам. Особое внимание исследователей привлекают пористые координационные полимеры, в каркасах которых имеются регулярно расположенные полости или каналы с определенным размером, формой и внутренним окружением.

Первые пористые координационные структуры, созданные на основе карбоксилатов цинка и меди, были получены и изучены в конце 1990-х гг. (Chui *et al.*, 1999; Li *et al.*, 1999). Эти металлоорганические соединения обладали рекордными на тот момент значениями пористости. Статьи, опубликованные в журналах *Nature* и *Science*, на сегодняшний день имеют более 5 тыс. цитирований.

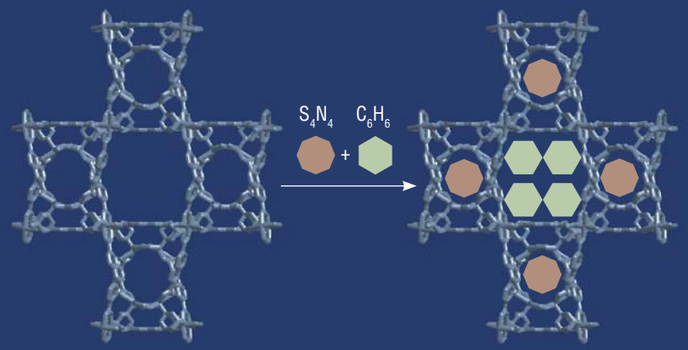
ФЕДИН Владимир Петрович – доктор химических наук, член-корреспондент РАН, профессор, директор и заведующий лабораторией химии кластерных и супрамолекулярных соединений Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 350 научных работ, 2 авторских свидетельств и 7 патентов

ДЫБЦЕВ Данил Николаевич – доктор химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии кластерных и супрамолекулярных соединений Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 70 научных работ и 3 патентов

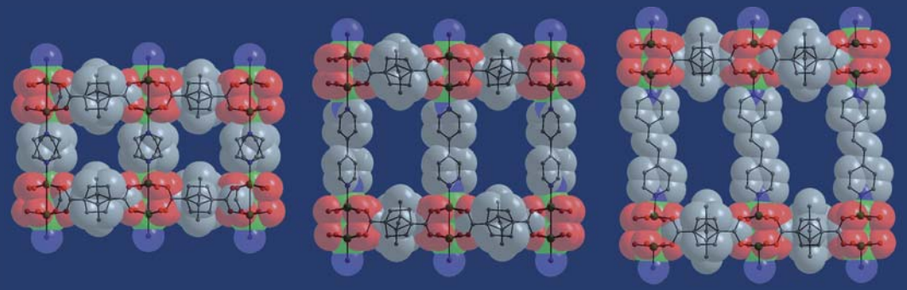
На фото слева – участники совместной лаборатории химии координационных полимеров ИНХ СО РАН, созданной в рамках мегагранта под руководством проф. М. Шродера (шестой слева)

Ключевые слова: координационные полимеры, металлоорганические каркасы, пористые материалы, адсорбция, катализ, протонная проводимость.
Key words: coordination polymers, metal-organic frameworks, porous materials, adsorption, catalysis, proton conductivity

© В.П. Федин, Д.Н. Дыбцев, 2014



Бипористый координационный полимер ZNU проявляет уникальную способность к молекулярной сегрегации, т. е. сорбция смеси молекул разной природы происходит в строго определенные типы каналов.
ZNU = $Zn_4(ndc)_4(ur)$, где
ndc – 2,6-нафталиндикарбоксилат,
ur – уротропин



Атомы:
- Азот
- Кислород
- Углерод
- Металл

Каркасы координационных полимеров, построенные из органических и неорганических строительных блоков, напоминают строительные леса. *Вверху* – фрагменты кристаллической структуры изоретикулярных гомохиральных координационных полимеров с модулируемым размером каналов

Эти результаты, ставшие настоящим прорывом в науке, послужили мощным катализатором интенсивного развития химии металлоорганических координационных полимеров. С 2000 г. идет экспоненциальный рост числа статей, обзоров и тематических номеров научных журналов, посвященных работам в этой области. Среди последних достижений – материалы с фантастически высокими значениями пористости: более 6 тыс. м^2 – целое футбольное поле! – в одном грамме вещества.

Чем же так привлекают ученых и практиков эти необычные вещества? Во-первых, пористые металлоорганические каркасы демонстрируют рекордные сорбционные характеристики по отношению к различным летучим веществам и газам. Поэтому их можно рассматривать в качестве одних из самых перспективных материалов для портативного хранения метана и водорода – автомобильного «топлива будущего». Поскольку благодаря наличию регулярной кристаллической структуры такие соединения способны селективно сорбировать молекулы только определенного размера и формы, их можно использовать для очистки сложных смесей газов или, например, *хиральных** (зеркально асимметричных) биологически активных веществ.

Важнейшей областью использования пористых координационных полимеров является гетерогенный катализ. Существует еще ряд интересных технологических применений: на основе протонной и электронной проводимости, люминесцентных и других свойств полимеров. Их можно использовать в фотохимии, при производстве сенсоров и даже холодильников! В этом смысле координационные полимеры представляют собой платформу, которую после модификации можно применять в различных областях науки и производства.

Для ученых чрезвычайный интерес представляет использование пустот в этих пористых структурах для «ловли» и последующего изучения молекул, нестабильных в обычных условиях. Более того, даже хорошо известные химические реакции, протекающие в каналах пористого каркаса, зачастую приводят к необычным новым результатам.

На стыке наук

В наши дни исследование пористых координационных полимеров является самостоятельной научной областью на стыке неорганической координационной химии, химии твердого тела, науки о поверхности и других химических направлений. В ведущих странах мира несколько десятков лабораторий активно ведут изучение таких соединений.

Так как в отличие от хорошо изученных цеолитов (пористых соединений неорганической природы) металлоорганические координационные полимеры обладают ограниченной термической устойчивостью, исследования преимущественно ориентированы на практические приложения, не требующие высокой температурной стабильности. И, конечно, большое внимание уделяется изучению сорбционных характеристик этих материалов по отношению к летучим веществам.

Имеются и реальные производственные разработки: уже несколько лет назад химические компании (например, лидер мировой химической отрасли международный концерн BASF) внедрили промышленный синтез и начали активные продажи пористых координационных полимеров.

В нашей стране синтезом и изучением свойств пористых координационных полимеров занимаются в ряде научных организаций, в том числе в лаборатории химии кластерных и супрамолекулярных соединений Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН (Новосибирск) под руководством д. х. н. В. П. Федина. Сотрудники лаборатории регулярно посещают ведущие зарубежные центры для стажировки и обмена опытом. Их работы высоко оцениваются не только в России,

на стр. 98

* Подробнее в: «НАУКА из первых рук», № 26, с. 26–29.

Слева – аспирант М. С. Завахина занимается синтетической работой в лаборатории.
Справа – с. н. с. Д. Г. Самсоненко проводит рентгеноструктурные исследования кристаллических соединений

«СТИМУЛОМ СТАЛО ЛЮБОПЫТСТВО»

Интервью с Мартином Шродером

Любопытство – одно из самых непреложных и очевидных свойств мощного интеллекта.
Сэмюэл Джонсон

«Я увлекся наукой, когда еще был школьником. У меня были хорошие учителя. Больше всего нравились естественные науки – математика, физика, химия, которые казались наиболее интересными и занимательными. Затем поступил в Университет Шеффилда, где получил степень бакалавра по химии, а затем поступил в Королевский колледж при Лондонском университете, где занимался синтетической неорганической химией, конкретнее – координационной химией рутения и осмия, а также применения комплексов на их основе в катализе.

Поскольку в Королевском колледже я синтезировал катализаторы для окислительных реакций органических соединений, то возникла потребность лучше познакомиться с органической химией. Получив стипендию, я провел больше года в одном из основных центров органической химии – Швейцарской высшей технической школы в Цюрихе, где изучил химию возникновения жизни, обращая особое внимание на полимеризацию синильной кислоты, так как именно полимеры на основе HCN являются прекурсорами для получения карбоксилатов, протеинов и амидов.

После Цюриха я вернулся в Великобританию, где смог применить свои знания по органической и неорганической химии для получения макроциклических лигандов, способных к комплексообразованию с ионами металлов. При изучении семи- и восьмикоординированных комплексов кобальта и никеля нам удалось стабилизировать их необычные степени окисления и объединить синтетическую координационную химию и электрохимию.

Затем был Эдинбург. В начале 1980-х гг., после выхода страны из экономического кризиса, в университетах не хватало ставок, но мне посчастливилось сначала получить временную позицию, а через год – постоянную. Здесь я проработал тринадцать лет, став в 1994 г. профессором. Мой первый проект был посвящен серосодержащим макроциклам для комплексообразования драгоценных металлов. Мы получили новые необычные комплексы Pt(III), Pd(III), Rh(II) и Ir(II), стабилизированные лигандами. Постепенно наши исследования сместились в сторону связывания водорода, самосборки и супрамолекулярной химии, т. е. фактически стали заниматься химией координационных полимеров.

После переезда в Ноттингем я решил заняться углубленными исследованиями самособирающихся материалов. Было очень сложно, так как у нас в тот момент не было методов для всестороннего изучения этих материалов, а в кристаллографии в то время не использовали высокочувствительные детекторы и мощное рентгеновское излучение. Нам требовались очень хорошие кристаллы, а получить такие было не всегда возможно. Однако с появлением нового, более современного оборудования ситуация начала меняться.

Почему я начал заниматься химией координационных полимеров? Все началось с простого научного любопытства к новым материалам с интересными и полезными свойствами. В начале 1990-х гг. эта область была интересна преимущественно кристаллографам. Мы же хотели понять, как эти полимеры образуются и какую форму они могут иметь. Возможно ли получить цепочечные, слоистые, каркасные структуры? Наши ранние работы по структурной химии были направлены на поиск металлов и органических «связок», образующих полимеры с необычной топологией.

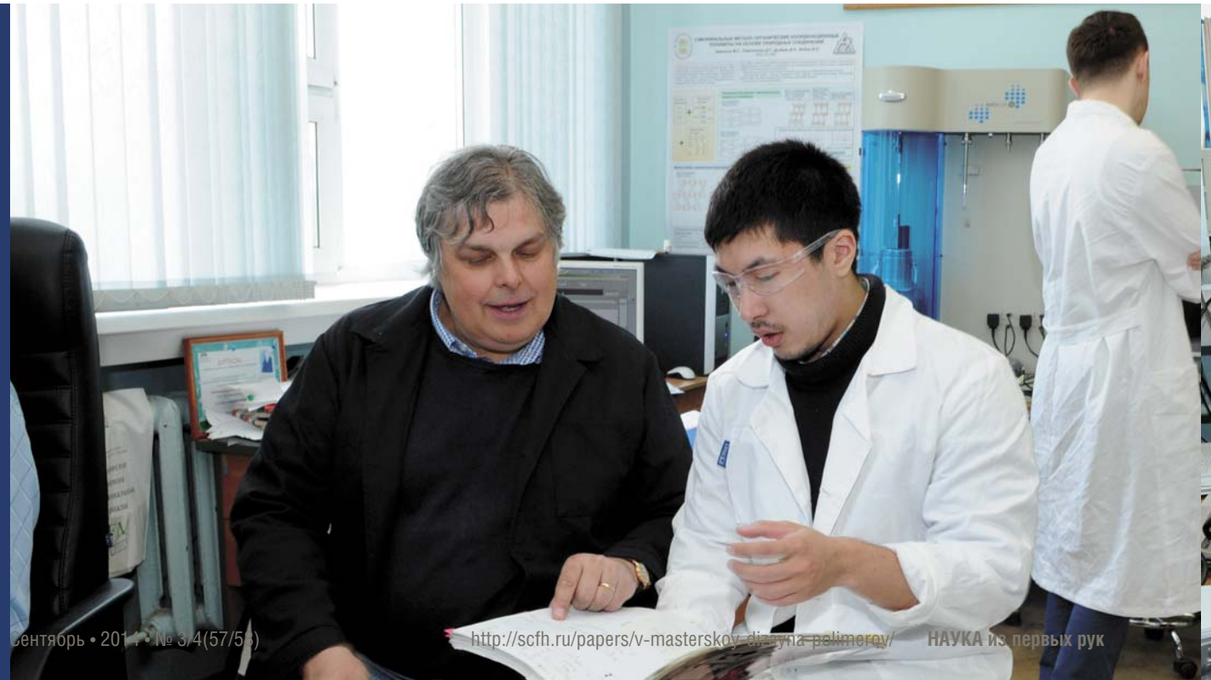
В будущем нас ждут открытия многих новых типов координационных полимеров. При этом мы должны получить эти полимеры в чистом виде и в больших количествах, чтобы исследовать все их характеристики. Для этого в нашем распоряжении имеется вся таблица Менделеева. Но, по моему мнению, стоит сконцентрироваться на таких распространенных элементах, как алюминий и железо, которые будут доступны и через сто лет. Также перспективны каталитически активные металлы: координационные полимеры на их основе могут стать отличными гетерогенными катализаторами, которые позволят создать новые, экологически безопасные и дешевые технологии.

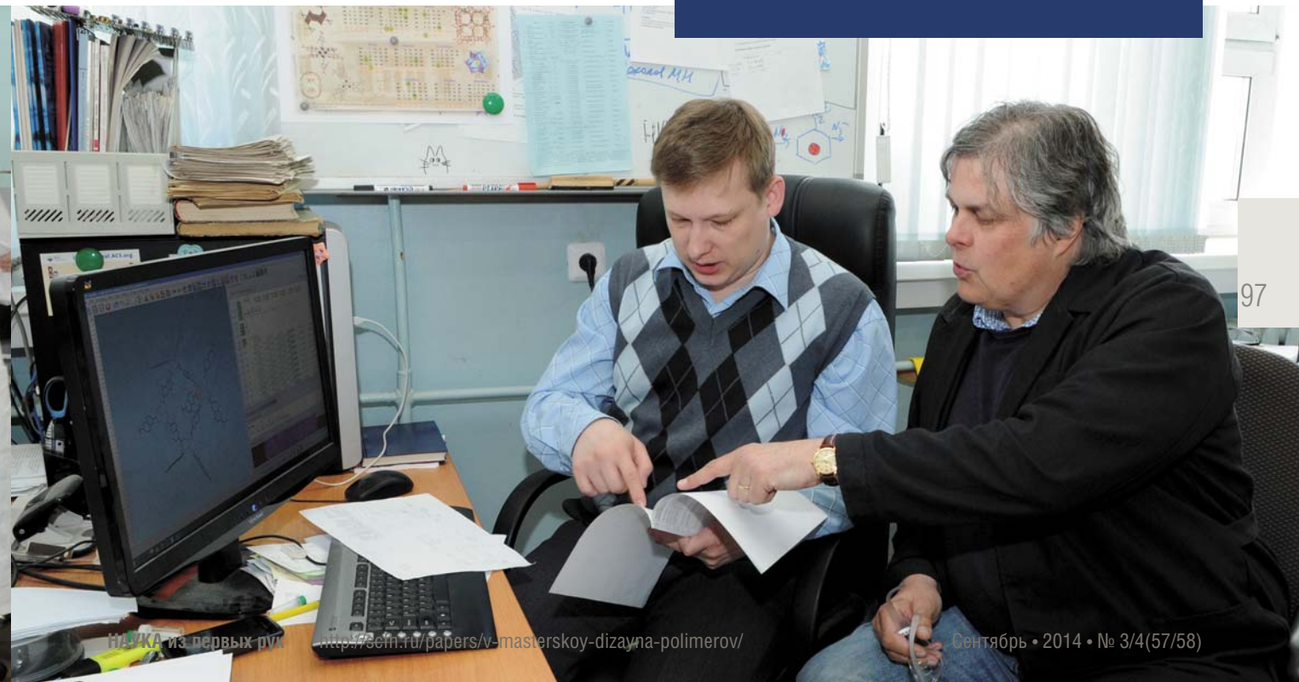
За последнее десятилетие химия значительно изменилась. Раньше наука концентрировалась в Северной Америке, Западной Европе, Австралии, России и Японии. Теперь же научными исследованиями занимаются по всему миру, от Китая до Бразилии, а еще через десятилетие этот процесс, вероятно, захватит и всю Африку. Поэтому для молодого человека, входящего в научный мир, очень важно быть не только образованным и способным к самосовершенствованию, но и иметь представление о том новом, интересном и уникальном, чем он сможет заниматься. Конечно, это очень непросто. Что касается химии, то ее сердцем, безусловно, является синтез. Без получения новых соединений не будет и новых открытий. Что касается координационных соединений с металлами, то ведь металлы представлены в высокореакционных соединениях, участвуют в катализе, содержатся в биологических активных молекулах и ферментах. Поэтому так важно понять их свойства и возможности.

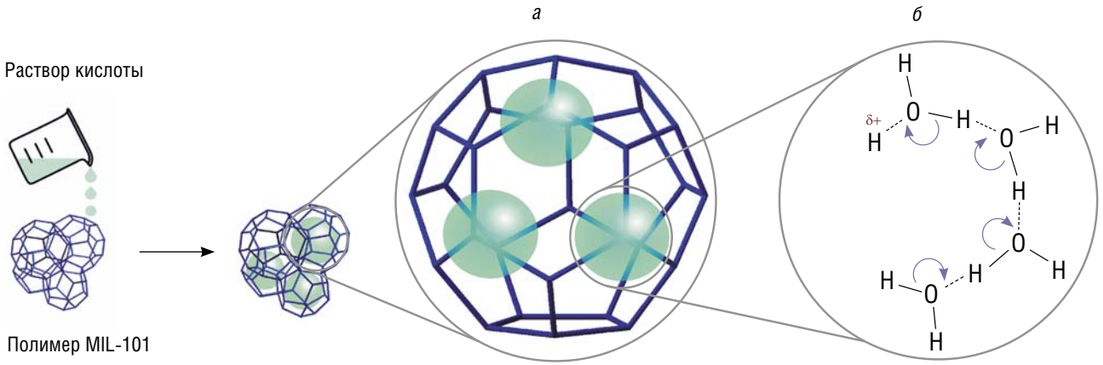
Я полагаю, что для студентов важно развивать свои собственные идеи и свое видение проекта, над которым они работают. Во время учебы в аспирантуре меня научили быть независимым, чтобы развивать сотрудничество в своей сфере или с другими группами, работать в междисциплинарных областях. Поэтому нужно не просто концентрироваться на своей работе, но и видеть перспективы ее использования в других областях».

Интервью проводил д. х. н., профессор М. Н. Соколов
(ИНХ СО РАН, Новосибирск)

По мнению проф. М. Шродера, для студентов важно развивать свои собственные идеи и свое видение проекта, над которым они работают.
Слева – аспирант С. Б. Алиев обсуждает план новых экспериментов с М. Шродером
Справа – к. х. н. Д. Г. Самсоненко рассказывает М. Шродеру о новых результатах







Многогранная структура из пятиугольников и шестиугольника визуализирует полость нанометрового размера в структуре координационного полимера MIL-101 с учетом ее реальной топологии. Когда в поры этого координационного полимера заливают водный раствор сильной минеральной кислоты, образуется твердый электролит *(а)*, способный эффективно передавать катионный заряд *(б)*. Проводимость подобных электролитов сравнима с проводимостью лучших органических протон-проводящих полимерных материалов (например, «Нафиона»), используемых в прототипных топливных элементах. Однако металлорганические электролиты могут работать в существенно более сухой атмосфере и широком температурном диапазоне

Магистрант А. М. Чеплакова выполняет исследование адсорбционных характеристик пористых материалов

но и за рубежом, свидетельством чего служит уровень цитирования научных публикаций.

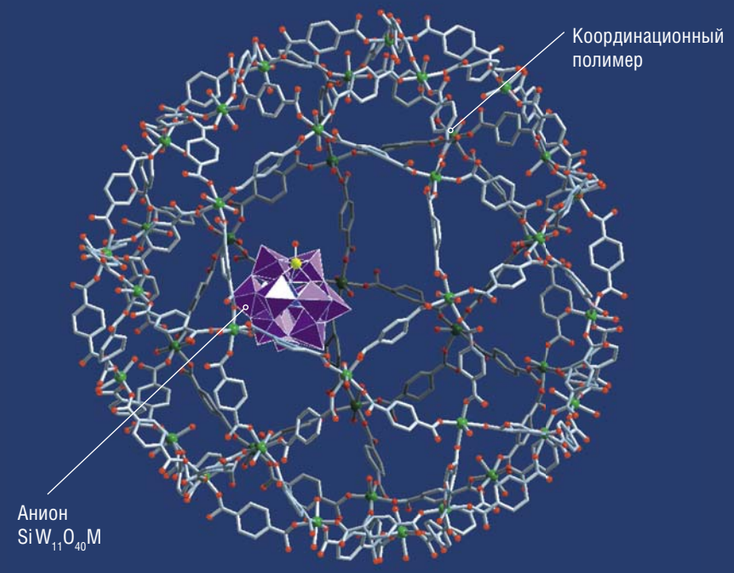
Оригинальный подход к получению энантиочистых (гомохиральных) пористых координационных полимеров, активно разрабатываемый в лаборатории химии кластерных и супрамолекулярных соединений ИНХ СО РАН, позволил синтезировать серию подобных соединений с возможностью последовательного регулирования их структурных параметров. Первым примером систематического дизайна соединений такого класса стало семейство пористых камфоратов цинка с варьируемыми размерами полостей. Доведенные до совершенства методы синтеза открыли недоступную ранее возможность получать гомохиральные координационные полимеры из простых реагентов с высоким выходом.

Так, совместно с Институтом катализа им. Г. К. Борескова СО РАН было впервые осуществлено препаративное хроматографическое разделение рацемических (содержащих два стереоизомера вещества) смесей, при этом в качестве стационарной фазы использовались энантиочистые пористые каркасы. Совместно с Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН был разработан способ получения твердых электролитов с высокими протон-проводящими свойствами: максимальные значения протонной проводимости достигают 0,08 См/см при нормальных условиях и 0,01 См/см – при 150 °С и низкой влажности. Такие материалы перспективны для использования в топливных элементах, поскольку по своим функциональным свойствам превосходят все имеющиеся аналоги.

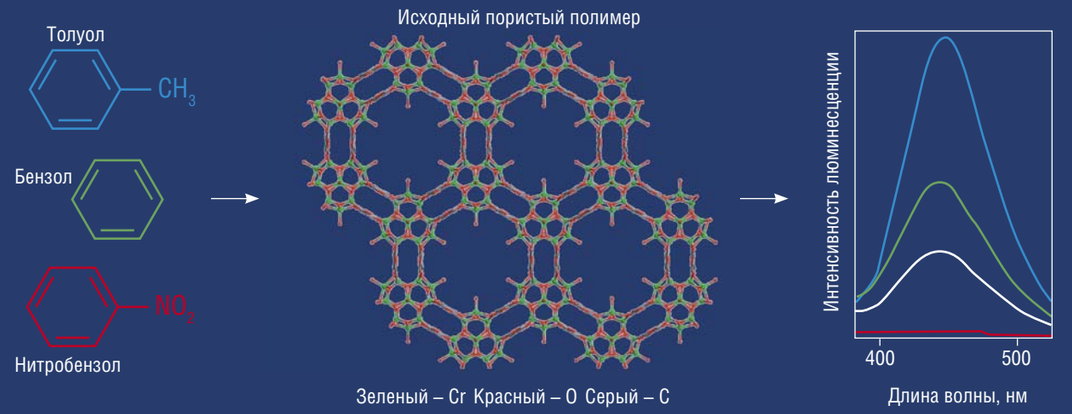
Литийсодержащие пористые координационные полимеры, синтезированные в ИНХ СО РАН, имеют разнообразное кристаллическое строение,

В полости металлоорганического каркаса такого координационного полимера теоретически может поместиться около пятидесяти анионов гетерополикислот. Получившиеся соединения могут играть роль катализаторов. *Справа* – координационный полимер, содержащий один анион гетерокислоты $SiW_{11}O_{40}M$. В лаборатории ИНХ СО РАН было получено это соединение и изучены его каталитические свойства

- Кислород
- Углерод
- Хром
- Кремний
- Гетерометалл M (титан или кобальт)
- Вольфрам



Включение различных молекул-«гостей» в пористый каркас меняет его люминесцентные свойства: усиливает сигнал в несколько раз (например, у толуола) или полностью подавляет его (у нитробензола). Цвет кривой на графике соответствует цвету «гостя», а белая линия – исходному пористому полимеру



например, микропористые каналы гексагонального типа. Такое соединение способно сорбировать различные органические молекулы, при этом в зависимости от природы включенных молекул будет возрастать, или, напротив, полностью снижаться интенсивность люминесценции металлоорганического каркаса. Такие драматические изменения отклика позволяют рассматривать пористые координационные полимеры в качестве перспективных компонентов сенсорных устройств нового типа.

Еще один уникальный бипористый координационный полимер имеет два типа каналов, отличающихся размером и функциональностью. Такое соединение не только проявляет сенсорные люминесцентные свойства, но и способно селективно сорбировать молекулы из смеси, причем разные типы молекул оказываются в разных полостях металлоорганического каркаса. В таких бипористых материалах на основе принципа молекулярной селекции можно накапливать, а затем контролируемо использовать химическую энергию.

Совместно с Институтом катализа им. Г. К. Борескова СО РАН была доказана высокая каталитическая активность гибридных супрамолекулярных соединений, таких как координационный полимер MIL-101, в полости которого содержится гетерополиоксометаллический комплекс, в различных гетерогенных реакциях окисления. При этом параметры селективности и конверсии (степени превращения) могут достигать практически 100 %. Процесс идет с использованием экологически чистых окислителей, причем сами катализаторы можно регенерировать и использовать повторно без снижения их активности.

В 2014 г. ИНХ СО РАН получил так называемый мегагрант Правительства Российской Федерации для проведения исследований в области координационных соединений совместно с британским проф. М. Шродером, одним из лидеров современной неорганической химии, в том числе химии координационных полимеров. В течение как минимум трех лет проф. Шродер будет руководить специально созданной в институте исследовательской группой, проводя значительное время в новосибирском Академгородке.

Деятельность нового научного коллектива будет охватывать весь спектр химии пористых координационных полимеров, от их синтеза до исследования свойств. Ученые уверены, что благодаря финансовой поддержке эта относительно небольшая группа увлеченных и амбициозных исследователей, среди которых много молодых, превратится в ведущий исследовательский центр химии пористых координационных полимеров, который будет стимулировать активную инновационную деятельность как в России, так и за рубежом.

Литература

Chui S.S., Lo S.M., Charmant J.P.H., et al. A Chemically Functionalizable Nanoporous Material [$Cu_3(TMA)_2(H_2O)_3]_n$ // Science. 1999. V. 283. P. 1148–1150.

Li H., Eddaoudi M., O'Keeffe M., Yaghi O.M. Design and synthesis of an exceptionally stable and highly porous metal-organic framework // Nature. 1999. V. 402. P. 276–279.

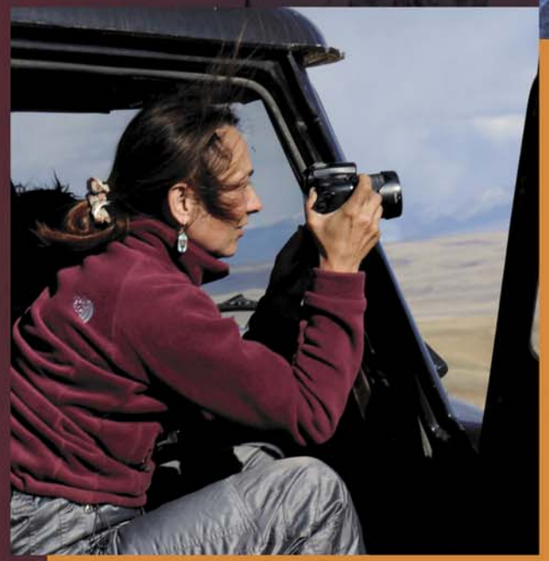
В публикации использованы фото авторов

Коллектив лаборатории проф. В. П. Федина в ИНХ СО РАН

М. Шродер рассказывает молодым сотрудникам о химических свойствах соединений

Путь к небесным пастбищам

Первые мумии пазырыкцев были обнаружены еще в середине прошлого века известным российским археологом и антропологом С.И. Руденко при раскопках на Восточном Алтае. В 1993 г. на плато Укок было открыто «замерзшее» погребение с мумифицированным телом пазырыкской женщины, а спустя два года там же было найдено погребение с мумией молодого мужчины. Из всех этих удивительных находок наибольшее внимание общества привлекла женщина, захороненная на Укоке.
Прошло уже более двадцати лет после обнаружения этих забальзамированных останков, но посмертная судьба «принцессы Укока», как ее называют СМИ, все еще является предметом живого обсуждения. Этнографы, вероятно, объяснили бы это явление тем, что в кризисной ситуации происходит воспроизводство целого ряда элементов традиционной для этноса духовной культуры.
В любом случае, поскольку этот феномен существует, он нуждается в осмыслении…



«Человеческая личность есть драгоценнейшая, величайшая ценность, существующая на нашей планете. Она не появляется на ней случайно, и раз исчезнувши, целиком никогда не может быть восстановлена...»

Вернадский В.М.

Это было первое непотревоженное «замерзшее» погребение выдающейся представительницы пазырыкской культуры, открытое за все время ее изучения, начиная с середины XIX в. Разумеется, в первую очередь производит впечатление сам факт нетронутости захоронения. На пути древних грабителей «встал» мужчина, сопровождавший женщину в иной мир: осквернители могил, проникшие в погребение через небольшой шурф в центре кургана, удовольствовались разорением мужского захоронения и не заметили под ним большого лиственничного склепа .

ПОЛОСЬМАК Наталья Викторовна –
член-корреспондент РАН, доктор исторических наук,
главный научный сотрудник Института археологии
и этнографии СО РАН (Новосибирск).
Лауреат Государственной премии РФ (2004),
лауреат Национальной премии
«Достояние поколений».
Автор и соавтор более 130 научных работ.
Выпускница НГУ 1978 г.

Ключевые слова: «замерзшие» могилы, Горный Алтай, пазырыкская культура, плато Укок, мумия женщины
Key words: “frozen” graves, Gorny Altai, Pazyryk culture, Ukok plateau, woman mummy

© Н.В. Полосьмак, 2014

Мужское захоронение, расположенное на перекрытии основного погребения, совершенно не типично для пазырыкской культуры, это – исключительный случай. Учитывая тот факт, что молодой мужчина был убит ударом тупого предмета в затылочную часть черепа, можно с уверенностью утверждать, что здесь имеет место обычай «соумирания», когда в иной мир человек уходил не один, а в сопровождении людей, ему необходимых. Вместе с мужчиной в погребении находился и подросток, определить причину смерти которого не удалось из-за недостатка антропологического материала, а также три верховых коня. Это сопутствующее погребение сразу определяет роль и значение для соплеменников женщины, похороненной в кургане.

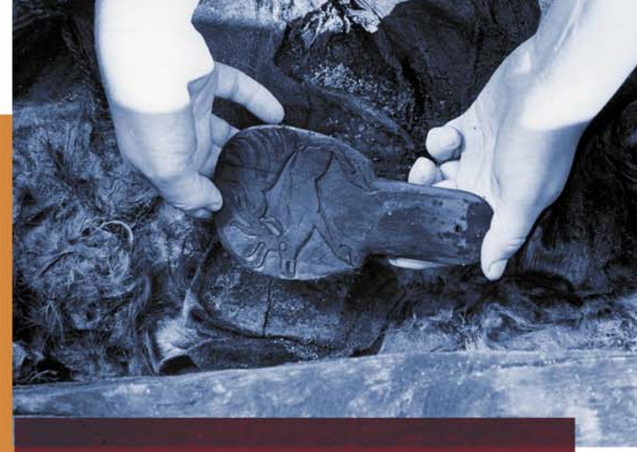
На ее особое положение, помимо необычного сопровождения, указывает и сам курган, одиноко стоящий, расположенный на видном открытом месте в долине р. Ак-Алаха. Для пазырыкской культуры характерны семейно-родовые кладбища, состоящие из многих курганов, расположенных цепочкой. Одинокий курган может указывать на то, что эта женщина не принадлежала к определенному роду или к семье, а по своему статусу имела отношение ко всем пазырыкцам, проживавшим на Укоке. Возможно, это является указанием на безбрачие, которое, судя по этнографическим свидетельствам, характерно для шаманок и служительниц культа.

Одинокий курган

Хотя сам курган и небольшой – около 18 м в диаметре, но все, что связано с проведением погребального обряда в условиях высокогорного зимнего пастбища, при отсутствии леса, отнимало много времени и сил и требовало определенного мастерства и знаний. Судя по трудозатратам, для погребения этой необычной женщины были привлечены все пазырыкцы, зимовавшие на Укоке.

На дне могильной ямы на глубине трех метров был установлен деревянный лиственничный сруб размером 2,30×3,60 м. За его северной стеной в узком пространстве были похоронены шесть убитых ударом чекана коней в замечательно красивом убранстве, состоящем из украшенной деревянной резьбой упряжи, мягких седел с войлочными покрытиями, декорированными аппликациями. И это при том, что пазырыкских женщин в иной мир исключительно редко сопровождал даже один конь. В так называемом хозяйственном отсеке сруба на покрытом толстым войлоком галечном полу были поставлены два деревянных блюда-столика с мясом и четыре сосуда – глиняные, деревянный и роговой – с напитками.

Мумифицированное тело женщины было уложено в массивную лиственничную колоду с крышкой, прибитой с двух сторон медными гвоздями. При прочих равных условиях тела, погребенные в таких герметично закрытых колодах, имели больше шансов оставаться нетленными. Тело женщины лежало на толстой войлочной подстилке на правом боку, в позе спящей, с чуть подогнутыми в коленях ногами, с небольшой подушечкой под головой, украшенной париком с высоким головным убором. Ее костюм – типичный для пазырыкских женщин, состоял из рубахи, шерстяной юбки, подпоясанной поясом в виде шнура с кистями, и войлочных чулок. Но рубаха была сшита из шелка, а шею украшала деревянная, покрытая золотой фольгой гривна с восьмью фигурами крылатых барсов, уши –



Первые мумии пазырыкцев обнаружил еще в 1948—1949 гг. С. И. Руденко при раскопках в долине р. Большой Улаган в Восточном Алтае. В могильнике Пазырык во Втором и Пятом курганах было обнаружено по два мумифицированных тела мужчин и женщин.

Кожа мужчины из Второго Пазырыкского кургана была покрыта татуировкой. Поскольку после извлечения из могилы тело начало быстро разлагаться, Руденко принял решение о препарировании мумии. Была отдельно сохранена кожа с татуировкой, а также мумифицированные голова и кисть правой руки, отрубленные грабителями. Остальные мумии – двух женщин (40 и 50 лет) и мужчины (55 лет) – были доставлены в Ленинград в том виде, в котором они были обнаружены (одна женская мумия была частично расчленена грабителями). Все эти мумии в настоящее время хранятся в Государственном музее Эрмитаж (Санкт-Петербург)

Погребальная камера с колодой, в которой лежала мумия женщины. Зеркало *in situ* и серьга из погребения. Курган 1, могильник Ак-Алаха-3. *Музей ИАЭТ СО РАН*

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/put-k-nebesnym-pastbishcham/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

крохотные золотые колечки, а головной убор – 14 деревянных фигурок птиц.

В погребении обнаружили и странное, единственное в своем роде зеркало в деревянной рамке с изображением оленя. Оно представляло собой металлическую пластинку, элементный состав которой совпадает с составом металла ханьских зеркал. В колоде находилось небольшое каменное блюдце с частично обугленными семенами кориандра (ранее их находили только в «царских» курганах), которые использовались как благовоние. Родиной посевного кориандра является Средиземноморье: его культивировали в Индии, Палестине, Египте, а в диком виде он встречается на Кавказе, в Средней Азии и черноземной полосе европейской части России (Асеева, Найдакова, 1991).

Важнейшей частью погребального обряда являлась мумификация. О высоком статусе женщины свидетельствует уровень мумификации ее тела – с максимальным количеством операций, как у мумифицированных тел, погребенных в «царских» курганах Пазырыка.

Чтобы приготовить ее тело для перехода в иной мир, с ним был проведен ряд операций: трепанация черепа и извлечение головного мозга и органов в лицевой части черепа, вскрытие грудной и брюшной полостей и удаление всех внутренних органов, рассечение позвонков в грудной и крестцовой частях, чтобы придать телу необходимую для погребения позу, отделение головы от туловища, а также набивка освободившихся полостей специально приготовленным органическим наполнителем (Полосьмак, 2001). Кроме того, на кожу было нанесено какое-то ртутьсодержащее вещество. (Для сравнения отметим, что для мумификации пазырыкского мужчины из кургана 2 могильника Верх-Кальджин-2 использовали минимальное количество операций, а вскрытую и освобожденную от внутренних органов брюшную полость ничем не заполнили и только частично зашили.)

Благодаря хорошей сохранности тела женщины удалось увидеть и сохранить татуировку, покрывавшую ее руки и плечи. На ее кожу были чрезвычайно искусно нанесены несмываемые образы реальных и фантастических животных, характерных для изобразительного ряда пазырыкской культуры, в том числе и для татуировок, имевших широкое распространение.

Археологические свидетельства

Так как женское погребение на Укоке является единственным неразграбленным «замерзшим» захоронением представительницы пазырыкской элиты, мы смогли впервые увидеть весь набор предметов, сопровождавших в иной мир знатную женщину этого народа. Что же составляло ее богатство? Какие из найденных вещей свидетельствуют о ее необычном статусе?

Нужно признать, что все обнаруженные в погребении предметы имеют аналоги в других рядовых и «царских» погребениях пазырыкской культуры. Золотых вещей, кроме проволочных сережек, не обнаружено, хотя справедливости ради надо отметить, что все деревянные резные украшения – как на самой погребенной, так и на сопровождавших ее конях – были покрыты золотой фольгой. Но и это является характерной особенностью пазырыкской культуры, и в любом рядовом погребении можно найти обрывки золотой фольги.

Вероятно, богатство и статус должны подчеркивать вещи редкие, необычные, которые попадали к пазырыкцам издалека. В данном погребении таких вещей довольно много: это и ткань из дикого шелка, из которого сшита женская рубаха, и семена кориандра, служившие благовонием, и миниатюрные бронзовые

Резная деревянная гривна с крылатыми барсами и зеркало из погребения женщины. Курган 1, могильник Ак-Алаха-3. *Музей ИАЭТ СО РАН*

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/shtrikh-nebesnym-pastbishcham/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

подвески в виде котелков, чье происхождение связано с тагарской культурой. И наконец, зеркало, сделанное из ценного для пазырыкцев обломка китайского зеркала, который они вставили в деревянную рамку, превратив в новое изделие.

Выделить среди всех обнаруженных вещей, как и среди всего погребального комплекса, какие-то специальные «культовые» предметы не представляется возможным. И это возвращает нас к вопросу о том, существовало ли в древнем обществе различие между профанным, мирским и сакральным? Люди могли придавать определенный смысл любым вещам в зависимости от ситуации – «обычных» вещей в нашем понимании тогда просто не существовало. Поэтому искать какие-то предметы, указывающие на духовное избранничество женщины, не имеет смысла: все, окружавшее ее, могло быть сакральным (опять же, в нашем понимании) благодаря самой ее личности.

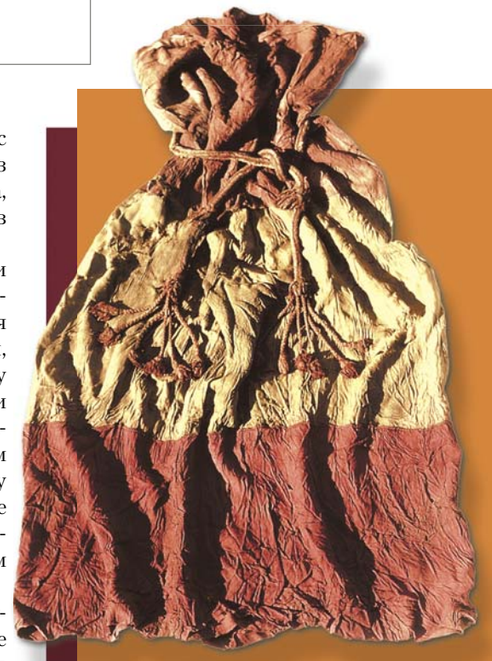
Сейчас, спустя двадцать лет после находки, мы смогли узнать нечто новое, что меняет наше представление и о похороненной женщине, и о пазырыкском обществе в целом. Мы узнали причины ее смерти, которые во многом объясняют ее жизнь.

Реконструкция по медицинским данным

В детском или юношеском возрасте она переболела остеомиелитом. Причины этого достаточно тяжелого заболевания, сопровождаемого болями и генерализованным инфекционным процессом, кроются в неблагоприятных условиях жизни и травмах.

Когда ей было немного за двадцать, ее настигло другое тяжелейшее заболевание – рак груди, мучительно уничтожавший ее в течение последних пяти-семи лет. На свою последнюю зимовку на Укок в октябре она приехала уже совершенно больной: говоря современным языком, у нее диагностирована 4-я, последняя, стадия рака молочной железы. Для этой стадии характерны очень сильные боли и сильнейшая интоксикация организма, вызывающая потерю физических сил.

В таком состоянии она могла упасть с лошади и получить тяжелые травмы. Падение пришлось на пра-



Шерстяная юбка, шелковая рубаха, войлочный колпак из погребения женщины. Курган 1, могильник Ак-Алаха-3.

Музей ИАЭТ СО РАН

Магнитно-резонансная томография позволила выявить в мумии ряд очаговых изменений с повышенным МР-сигналом. Можно предположить несколько вариантов происхождения этих очагов, но необходимо отметить, что в любом случае они являются проявлением достаточно тяжелой патологии, которая могла быть причиной летального исхода. Назовем два наиболее распространенных варианта происхождения патологических очагов, тем более что по характеру МР-сигнала они отчетливо распадаются на две отдельные группы. Вариант первый – остеомиелит как проявление общего септического процесса, второй – онкология

…Наличие плотных узлов в правом аксиллярном пространстве и узла в правой молочной железе указывают на прижизненный процесс, распространявшийся от центра на периферию <…> В патологоанатомическом плане можно предположить, что мы имеем дело с тканями, обладающими аномальными свойствами; наиболее вероятно – с первичной опухолью в правой молочной железе и с лимфатическими узлами, пораженными опухолевыми метастазами

Каменное блюдце, наполненное обугленными семенами кориандра.

Женский головной убор-парик. Курган 1, могильник Ак-Алаха-3. *Музей ИАЭТ СО РАН*

вую сторону: пострадали правый висок, правое плечо и правый тазобедренный сустав. Во время падения правая рука не пострадала, так как была прижата к туловищу. Вероятно, к этому времени эта рука уже бездействовала, о чем свидетельствует патологическое изменение ее тканей, отражающее, по сути, процесс распада живой ткани. Однако и после такой травмы она, вероятно, осталась жива, поскольку с правой стороны есть прижизненные отечные изменения в паховой и подмышечной областях.

Почему мы думаем, что падение произошло именно при перекочевке на зимнее пастбище? Потому что в ее состоянии (крайнее истощение, интоксикация, формирующиеся пролежни на спине и лимфедема правой руки) перекочевка могла быть единственным поводом, чтобы сесть на коня и тронуться в путь. Больную женщину не бросили, не убили, избавляя от страданий, но взяли с собой. И оказавшись на Укоке, она, очевидно, уже больше не вставала...

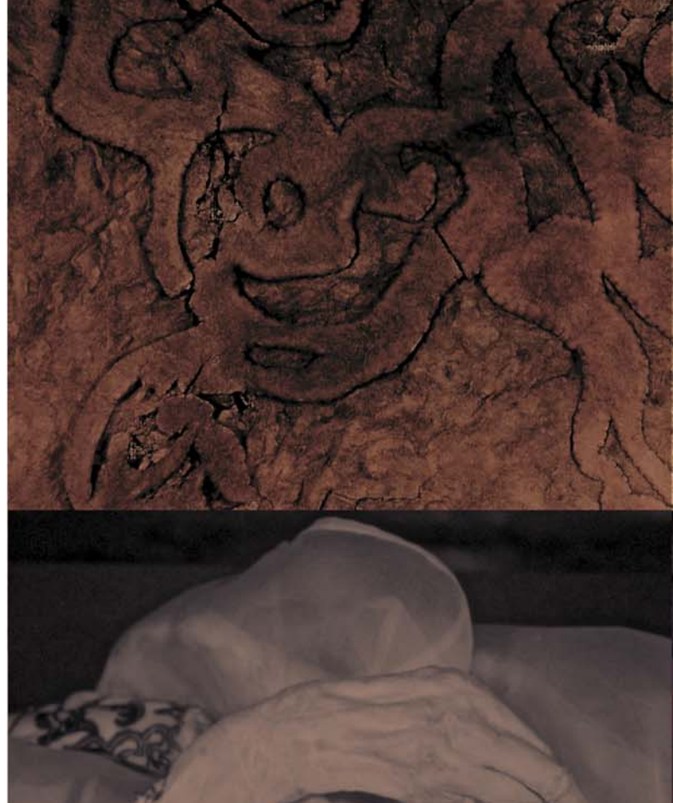
По мнению патологоанатомов, судя по состоянию мумии, тело могли сохранять два-три месяца, самое большое – полгода. Похороны произошли в середине июня, о чем свидетельствует последний корм одной из лошадей, похороненной вместе с женщиной, состоящий из веточек, на годовых кольцах которых уже имелись новые клеточные образования, характерные для этого периода года. Из анализа пыльцы также следует, что захоронение происходило в условиях, сходных с весенним периодом алтайского высокогорья.

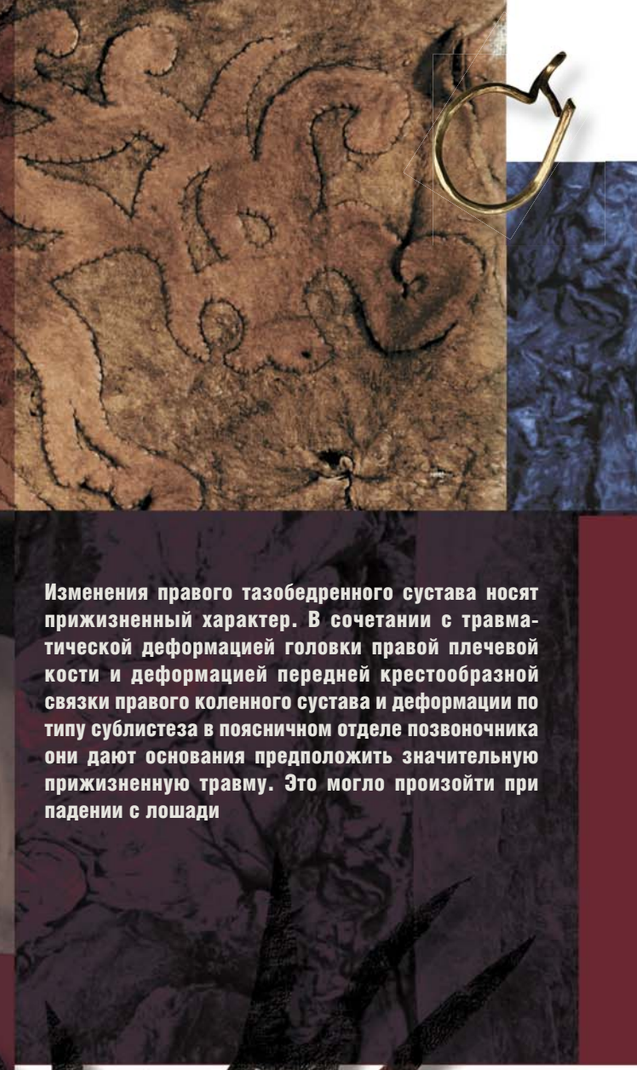
Если руководствоваться этими данными, можно заключить, что смерть женщины наступила либо в январе, либо в марте. В любом случае она не умерла мгновенно от черепно-мозговой травмы, что было бы для нее избавлением от мучений и боли, но прожила еще от 3 до 5 месяцев. И все это время она была прикована к постели. Общее самочувствие ее перед уходом из жизни, без сомнения, было очень тяжелым. Как здесь не вспомнить известного исследователя якутского шаманизма А. А. Попова (2006), который отмечал, что знаменитые шаманы умирают в ужасных муках.

Болезнь как дар

Представьте себе изможденную болезнью женщину, которая в течение нескольких самых холодных месяцев года, страдая от сильнейших болей, лежит в зимнике – бревенчатой постройке, скупо обогревающйся кизяком. Судя по тем зимникам, которые есть на Укоке в наши дни, современные зимние жилища не слишком отличаются от пазырыкских и расположены в тех же самых местах. Скотоводы безошибочно из века в век выбирают одни и те же наиболее удобные и пригодные для зимовок укромные места, закрытые складками древних морен от сильнейших зимних ветров, выдувающих снег и освобождающих пастбища для скота.

Из палеопатологического исследования антропологических материалов из пазырыкских могил Укока следует, что практически все кости людей из укокской





Изменения правого тазобедренного сустава носят прижизненный характер. В сочетании с травматической деформацией головки правой плечевой кости и деформацией передней крестообразной связки правого коленного сустава и деформации по типу сублистеза в поясничном отделе позвоночника они дают основания предположить значительную прижизненную травму. Это могло произойти при падении с лошади

Фрагмент войлочного покрытия седла. Татуировка на плече и руках мумии женщины. Аппликация из кожи, украшавшая стенки колоды. Курган 1, могильник Ак-Алаха-3. *Музей ИАЭТ СО РАН*

популяции несут на себе следы жесткого физиологического стресса, которому подвергалось население этого региона с его экологическими условиями, экстремальными для организма человека. Пазырыкцы страдали от разновидностей хронического полиартрита, нередко проявляющегося в форме деформирующих артрозов основных и периферийных суставов верхних и нижних конечностей, остеохондроза (деформаций суставных поверхностей тел позвонков), спондилеза (деформаций в связочном аппарате позвоночника, иногда сопровождающихся слияниями позвонков или анкилозирующими спондилитами). Были обнаружены также единичные случаи анкилозирующего спондилита связок крестцово-подвздошного сочленения и спондилолиза (нарушения целостности дуги позвонка) (Чикишева, 2003).

На основе этих данных можно сделать вывод о том, что почти все пазырыкцы Укока в той или иной степени страдали заболеваниями, ограничивающими их физические возможности, заставляющими ежедневно преодолевать боль. Кроме того, некоторые из них страдали такими патологиями, при которых жизнь возможна только при условии постоянной помощи и заботы. Причины этих заболеваний лежат не только в особенностях природной среды, но и в самом образе жизни всадников и скотоводов.

Что же это было за общество – больное физически, но совершенно здоровое морально? Что заставляло соплеменников заботиться о тяжело больной женщине, а потом похоронить ее так, как очень редко хоронили женщин в этом обществе – с большими почестями? Результаты томографического исследования мумии подтвердили наше предположение, основывающееся исключительно на археологических материалах, что женщина, погребенная в кургане 1-го могильника Ак-Алаха-3, имела особый статус, была той, которую можно назвать избранницей духов, и подкрепили эту точку зрения новыми фактами.

Из многочисленных этнографических источников известно, что «рождению» шамана должна предшествовать долгая болезнь человека. Еще в конце XIX в. некоторые ученые утверждали, что у истоков индоевропейского шаманизма лежала настоящая болезнь, и только позже шаманы стали вызывать у себя подлинный транс (Wilke, 1887) Можно предположить, что именно развивающаяся болезнь лежала у истоков призвания «женщины с Укока», ограничивая ее физические возможности, но расширяя способности к внутреннему сосредоточению и медитации и вынуждая к особому аскетическому поведению. Болезнь, имеющая неподдающееся объяснению сверхъестественное происхождение и причиняемые ею страдания могли быть именно той причиной, которая выделила ее: по выражению М. Элиаде, она «переживала сакральное с большей, чем остальное общество, интенсивностью» (Элиаде, 2000). При этом, конечно, она обладала и какими-то выдающимися личными качествами, которые, наверняка, проявились бы в любом случае. Тут же мы имеем явное сочетание уникальных особенностей характера и последствий тяжелой болезни.

Особого внимания заслуживает и вероятное использование обезболивающих средств, со всеми вытекающими отсюда последствиями. В древних культурах, оставивших нам письменные свидетельства, в качестве средств обезболивания использовались вино, опий, гашиш, белена, вытяжка мандрагоры, аконит и индийская конопля (Мирский, 2000). Пазырыкцам была известна и сама конопля, и ее свойства. Семена конопли, обнаруженные в «царских» погребениях, использовались для обрядовых воскурений.

Шаманизм и техника экстаза, трансперсональные переживания с использованием конопли были известны скифам и описаны Геродотом, что нашло подтверждение в археологическом материале пазырыкской культуры (Руденко, 1953). Применение конопли в целях достижения транса характерно и для древнеиранской культуры: именно иранское название конопли стало обозначением мистического опьянения в Средней и Северной Азии (Элиаде, 2000).

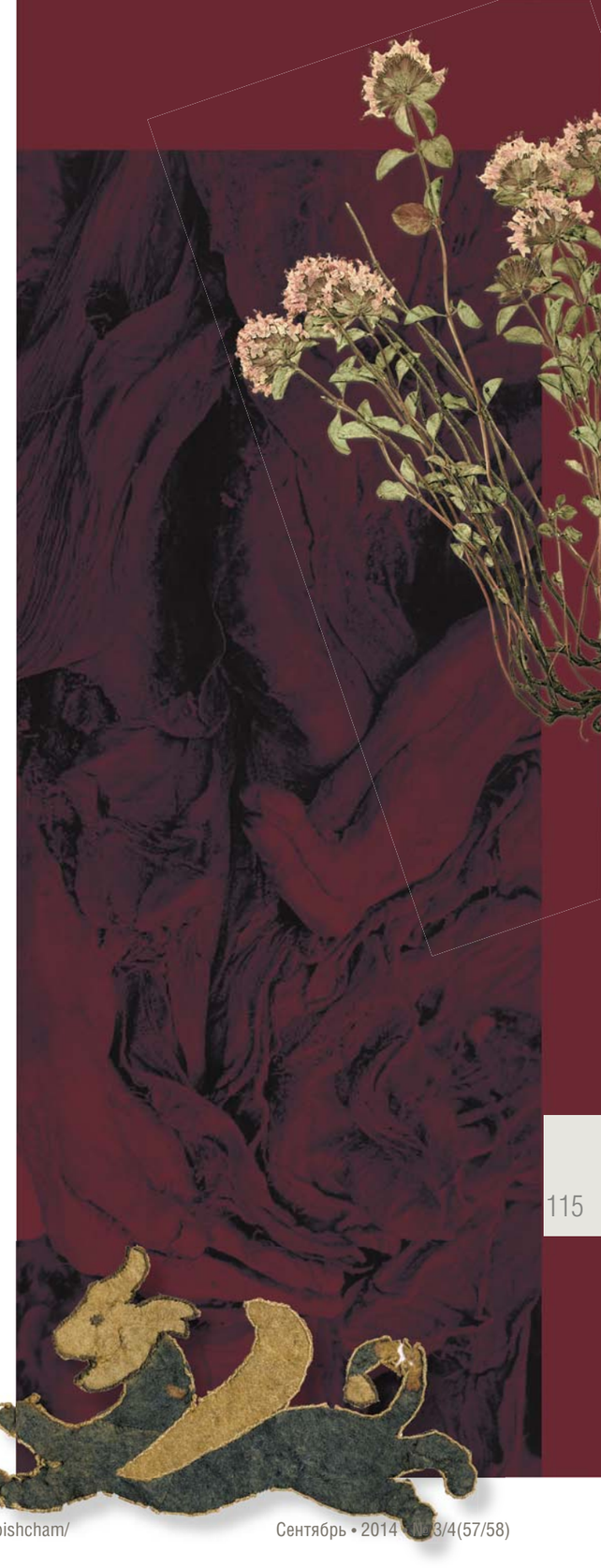
Вероятно, для больной женщины постоянное вдыхание паров конопли стало и вынужденной необходимостью (Полосьмак, Трунова, 2004), и она часто находилась в состоянии измененного сознания. Можно предположить, что в определенном состоянии ее устами могли говорить души умерших предков, духи, боги. Подобные умения и знания, полученные на подсознательном уровне под воздействием, вероятно, галлюциногенов (в нашем случае – конопли), высоко ценились в обществе. Ее экстатические видения, вероятно, позволяли считать ее существом исключительным, избранным, необходимым, действующим во благо обществу. Она могла быть полезна и необходима именно в таком качестве – избранницы духов, поэтому ее и берегли до последнего вздоха.

Мумии, в которых превращали пазырыкцы своих умерших, это свидетельства древнего ритуала, в котором наиболее ярко отразилось отношение этих людей к жизни, смерти и бессмертию. Мумии пазырыкцев – исключительное культурное явление, чудом сохранившаяся древняя иранская традиция. Вероятно, так же, как пазырыкцы мумифицировали своих умерших, мумифицировали персидских и скифских царей.

В публикации использованы фото К. Банникова, М. Власенко, В. Мыльникова, реконструкции Дмитрия Позднякова

Мумии несут в себе большую скрытую информацию, часть которой уже удалось расшифровать, но осталось многое, что пока недоступно из-за отсутствия нужных методов и подходов. Вероятно, мумии содержат и такую информацию, о характере которой мы и не догадываемся.

Древние мумии надо хранить. Они должны ждать своего часа, поскольку даже через многие десятилетия возможны новые открытия, как это было с мумиями из Пазырыкских курганов, на которых после полувека хранения в Эрмитаже с помощью инфракрасных лучей были обнаружены великолепные татуировки (Баркова, Панкова, 2006). Или как это случилась с мумией молодой женщины с плато Укок, о причинах смерти и подробностях жизни которой мы узнали только сейчас, спустя десятилетия после ее открытия. И я уверена, что это далеко не конец истории...



Литература

Баркова Л.Л., Панкова С.В. Татуировка на мумиях из Пазырыкских курганов в инфракрасных лучах // Вестник истории, литературы, искусства. 2006. Т. 3. С. 31–42.

Мирский М.Б. Хирургия от древности до современности. Очерки истории. М.: Наука, 2000. 778 с.

Полосьмак Н.В., Трунова В.А. Волосы из пазырыкских могил: Рентгенофлуоресцентный анализ с использованием синхротронного излучения // Археология, этнография и антропология Евразии. 2000. № 1 (17). С. 73–80.

Полосьмак Н.В. Всадники Укока. Новосибирск: Инфолио-пресс, 2001. 334 с.

Полосьмак Н.В., Трунова В.А. Смертельное наслаждение. СИ обнаруживает убийцу// НАУКА из первых рук, 2006, № 1 (7). С. 38–49.

Полосьмак Н.В. 20 лет спустя // НАУКА из первых рук, 2013. № 3 (51). С. 6–23.

Руденко С.И. Культура населения Горного Алтая в скифское время. М.; Л., 1953. 401 с.

Чикишева Т.А. Особенности патологического статуса населения пазырыкской культуры // Население Горного Алтая в эпоху раннего железного века как этнокультурный феномен: происхождение, генезис, исторические судьбы (по данным археологии, антропологии, генетики). Интеграционные проекты. Вып. 1. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. С. 73–82.

Элиаде М. Шаманизм: архаические техники экстаза. К.: «София», 2000. 480 с.

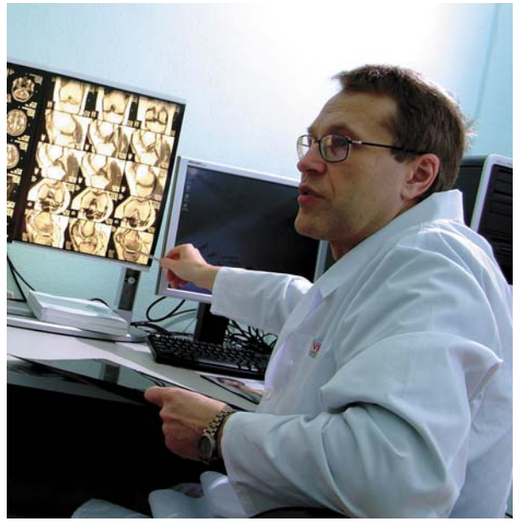
Гайворонский И.В., Бессонов Н.Ю., Ниаури Д.А. Оригинальные подходы к изучению морфометрических характеристик плоскости выхода из малого таза у взрослых женщин // Журнал акушерства и женских болезней. 2012. № 1. С. 20–25.

А.Ю. ЛЕТЯГИН, А.А. САВЕЛОВ

ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ «Алтайской принцессы»

За последние полвека арсенал археологии пополнился исследовательскими методами естественно-научных дисциплин, таких как биология, химия, физика, минералогия и геология. Новые перспективы в археологии и антропологии открыл метод рентгеновской компьютерной томографии, внедренный в медицинскую практику в 1970-х гг. Появление компьютерной графики, 3D-реконструкций и морфометрического анализа позволило использовать различные методы отображения, включая магнитно-резонансную томографию, поверхностное сканирование и синхротронную радиационную микротомографию (Scherf, 2013). В последние десятилетия развивается и посмертная магнитно-резонансная томография, прежде всего в судебно-медицинской практике (Ribeiro et al., 2013). При этом патоморфологические изменения типа тромбоэмболии легочной артерии, мозговых кровоизлияний, опухолей, черепно-мозговой травмы, перикардиальной тампонады, расслоения аорты, инфаркта миокарда и даже коронарного тромбоза в подострой фазе хорошо визуализируются бесконтрастной магнитно-резонансной томографией, достоверно выявляя причину смерти (Jackowski, 2012; Jackowski et al., 2013).
В настоящей публикации впервые представлены уникальные данные по посмертной магнитно-резонансной томографии уникального антропоархеологического объекта из могильника Ак-Алаха-3 урочища Укок – мумии молодой женщины из «замерзшего» погребения пазырыкской культуры, судьба которой стала предметом широкого публичного обсуждения

САВЕЛОВ Андрей Александрович –
кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории медицинской диагностики Международного томографического центра СО РАН (Новосибирск).
Автор и соавтор более 65 научных работ



ЛЕТЯГИН Андрей Юрьевич –
доктор медицинских наук, зав. лабораторией Научно-исследовательского института физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН (Новосибирск).
Автор и соавтор более 240 научных работ и 3-х патентов

Женщина была очень исхудавшая: вследствие болезни подкожный жировой слой у нее минимален, поэтому не было необходимости в его удалении, как это происходило при мумификации более тучных пазырыкцев из Второго и Пятого Пазырыкских курганов. Тела этих погребенных были покрыты многочисленными швами на местах удаления подкожной клетчатки – вплоть до стоп ног. Такая процедура была необходимым шагом, поскольку процесс разложения начинается именно с жировой ткани. Кстати, С.И. Руденко при исследовании мумии престарелого вождя из Второго Пазырыкского кургана (1953), которая потом была утрачена, также отметил сильно развитую подкожную жировую клетчатку и тучность тела

Ключевые слова: высокопольная магнитно-резонансная томография (МРТ), «замерзшие» могилы, Горный Алтай, пазырыкская культура, плато Укок, мумия женщины
Key words: hight-field magnetic *resonance imaging (MRI)*, “frozen” graves, Gorny Altai, Pazyryk culture, Ukok plateau, woman mummy

© А.Ю. Летягин, А.А. Савелов, 2014

Методы современной неразрушающей визуализации дают принципиально новые возможности для анализа характера развития древних культур, их локализации и динамических процессов археологических общностей, позволяя уточнить подробности существования человека в античный период. Так, антропологические патологоанатомические исследования с помощью технологии *рентгеновской компьютерной томографии* (РКТ) уже доказали распространенность атеросклероза во времена древнеегипетской цивилизации (Thompson *et al.*, 2013).

Радиологические и клинико-диагностические технологии применялись при исследовании Эци («человек во льду»), у которого было обнаружено множество скелетно-мышечных повреждений и патологий, таких как остеоартрит дугоотросчатых суставов шейного отдела позвоночника и правого тазобедренного сустава, остаточные проявления переломов ребер, обморожение пальцев, рана от стрелы и др., а также атеросклероз и болезнь Лайма (Kean *et al.*, 2013).

Богатую антропометрическую информацию для установления возраста дают радиологические и патоморфологические исследования мозгового и лицевого черепа, строения зубных рядов; эти исследования позволяют также подробно анализировать эволюцию античной технологии бальзамирования покойников (Полосьмак, 2000; Smith *et al.*, 2012).

Находка в «замерзшем погребении»

Объект нашего исследования, известный широкой публике по средствам массовой информации под именем «алтайской принцессы», был обнаружен в 1993 г. на плато Укок в Горном Алтае, на границе с Монголией. В кургане № 1 могильника Ак-Алаха-3 скифской эпохи была найдена забальзамированная мумия женщины в «замерзшем» погребении, относящемся к пазырыкской культуре, представители которой в V—III вв. до н. э. населяли эти места.

Возраст находки – около 2,5 тыс. лет (погребение относится к 413 г. до н. э. по дендрохронологическому анализу). Степень сохранности мумифицированного тела свидетельствует о том, что оно постоянно находилось в замороженном состоянии, без оттаивания (Чикишева, 2000).

Патологоанатомические исследования находки проводились в 1993 г. в Институте археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) доктором Р. Хаури и доктором У. Блатер из Института судебной медицины Цюрих-Ирхельского университета (Швейцария). По их мнению, состояние кожных покровов мумии свидетельствует о том, что тело после смерти до погребения сохраняли от трех месяцев до полугода, при этом сама смерть наступила, возможно, в январе. Возраст погребенной женщины был оценен в 28—30 лет, что соответствует средней продолжительности жизни пазырыкских женщин (Хаури, Блаттер, 2000).

В 1993—1994 гг. найденные останки были законсервированы проф. В.Л. Козельцевым и В.И. Семке по технологии, разработанной в Центре биологических структур НПО ВИЛАР (ныне НИиУМЦБТ ВИЛАР— Научно-исследовательский и учебно-методический центр биомедицинских технологий ВИЛАР, Москва). Метод ребальзамирования не препятствует научным исследованиям и позволяет содержать мумию доступной для обозрения, т. е. при комнатной температуре.

27 июня 2010 г. впервые в России было проведено исследование мумии на магнитно-резонансном томографе «Achieva Nova» (производства «Philips», с индукцией магнитного поля 1,5 Тл) в Международном томографическом центре СО РАН (Новосибирск). Для этого исследования специально был выбран выходной день, чтобы пациенты не «пересекались» с мумией.

Мумия была уложена на специальном деревянном помосте, размер которого, с одной стороны, поволял ему входить в туннель томографа, а с другой – не допускал изменения положения мумии по сравнению с музейным. Все время исследования останки были герметически закрыты непрозрачной пленкой, под которой находились специальные вещества – антисептики и увлажнитель для сохранения водного баланса.

В результате исследования были получены МР-томограммы всего тела мумии. Поствизуализационная 2D- и 3D-обработка и клинико-анатомический анализ изображений проводился в отделе экспериментальной и клинической нейронауки на базе лаборатории научно-клинической МРТ в НИИ физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН (Новосибирск).

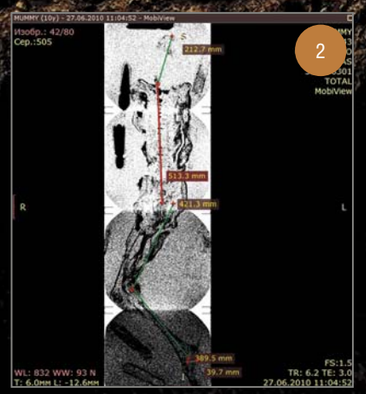
Необходимо отметить, что уровень содержания воды в обезвоженных тканях антропоархеологических объектов снижен: 10,5±0,2 % связанной и 4,2 % свободной воды у мумии, против 20,1±1,3 % и 56,7±1,1 % – при посмертных измерениях тканей человека в течение 24 часов после смерти (Быков и др., 2000). Чтобы компенсировать низкий уровень МР-сигнала, связанный с низким содержанием воды в объекте, был использован специальный прием, позволяющий провести сканирование без сбоев и получить магнитно-резонансные изображения: для этого емкости с водой были расположены параллельно телу мумии, благодаря чему во время съемки был достигнут требуемый уровень устойчивости работы прибора.

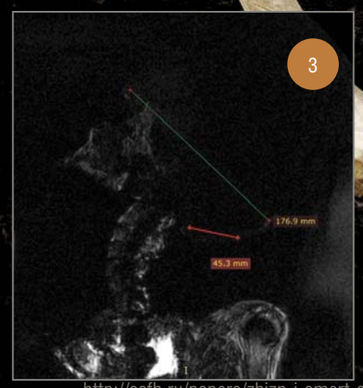
Добавим, что в предыдущих макроанатомических исследованиях длина (рост) мумии была оценена в 153,9 см (Чикишева, 2000). Оценка роста по МР-томограммам – 157,65 см, длины левой стопы – 21,7 см, правой – 21,3 см; ширина стоп на уровне плюсно-фаланговых сочленений – до 6,8 см. Надо отметить, что при жизни рост женщины был как минимум на 5–6 см больше, поскольку все межпозвонковые диски были дегидратированы и их ширина составляла 2—3 мм, что в 2—3 раза меньше нормы.

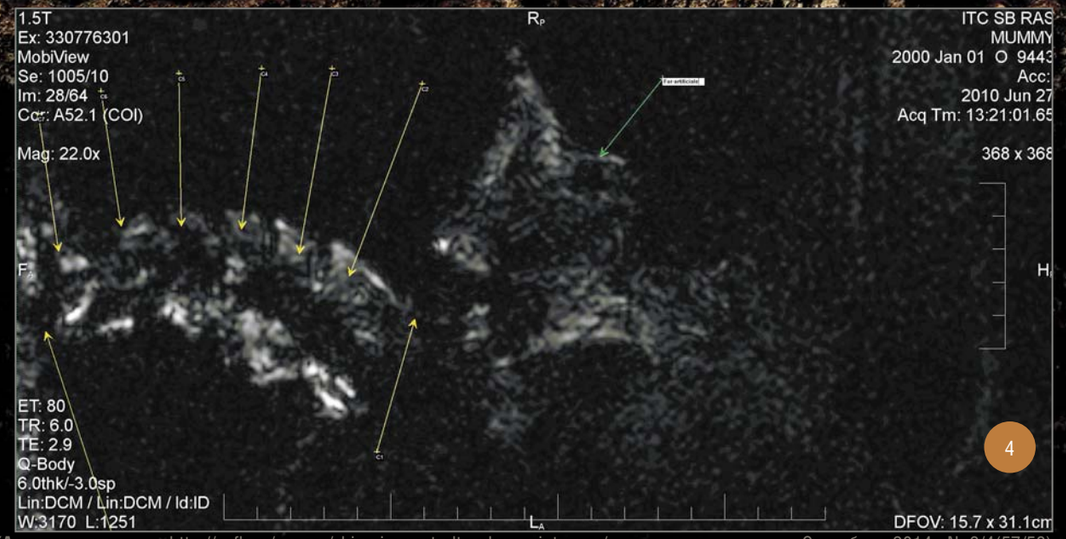
Рис. 2. Процедура морфометрической оценки роста мумии. Использовались «опорные» точки: vortex мозгового черепа, шейно-грудной переход позвоночника (уровень диссекции), уровень центра головок бедренных костей (тазобедренные суставы), уровень менисков коленных суставов, центр блоков пяточных костей, плоскость плантарной поверхности стопы

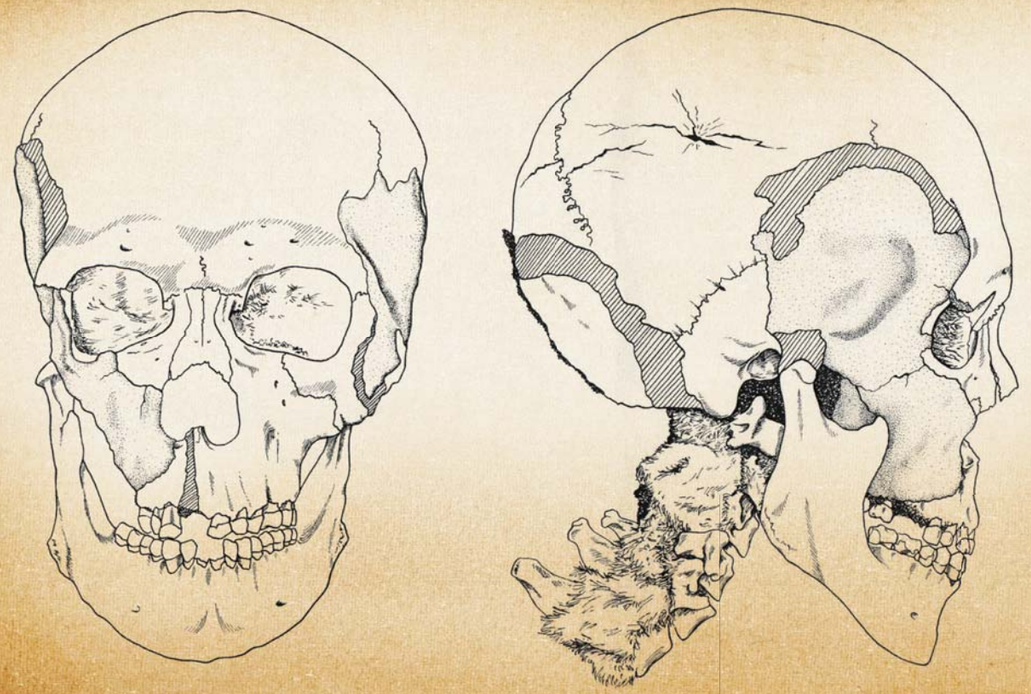
Рис. 3. Трепанационное отверстие в нижней части затылка диаметром до 40–50 мм (измерение 45,3 мм), показано измерение сагиттального размера мозгового черепа (176,9 мм)

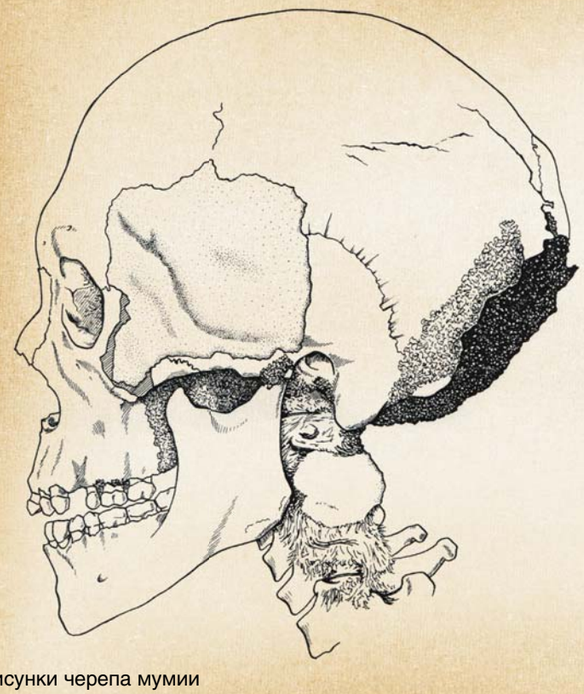
Рис. 4. Артифициальное отверстие между глазницами и околоносовыми пазухами (зеленая стрелка). Желтые стрелки показывает уровни по позвоночнику











Рисунки черепа мумии
из могильника Ак-Алаха-3

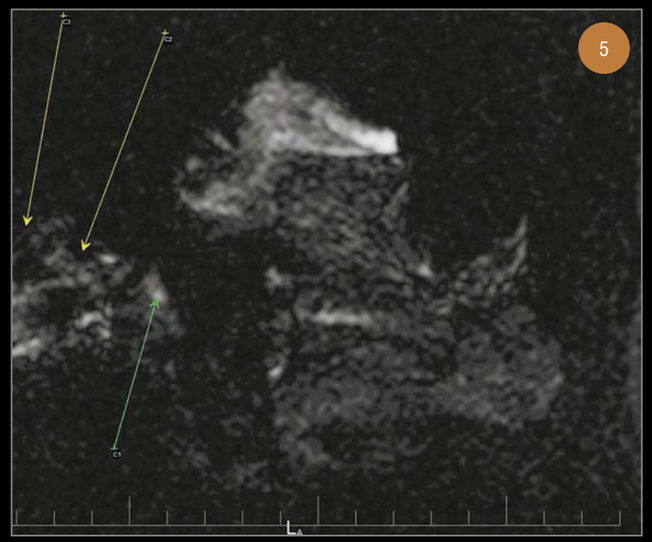


Рис. 5. Видны корни моляров правой верхней челюсти. Стрелки показывают ориентиры по трем первым шейным позвонкам

Рис. 6. Угол левой ветви нижней челюсти – 103,9°. Использована технология наложения изображений из программы Radiant Dicom Viever 1.9.2. (64-bit)

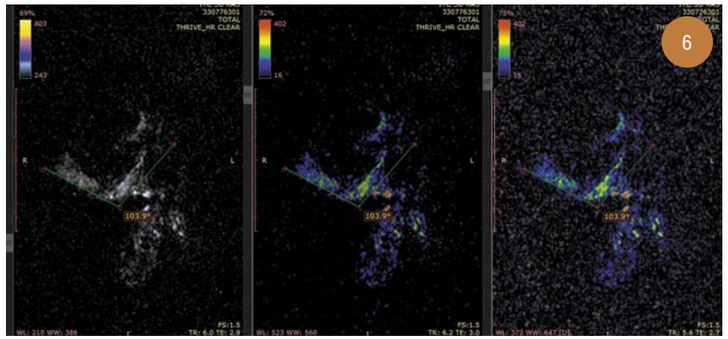
Мозговой и лицевой череп

Еще при патологоанатомическом исследовании черепа в 1993 г. в нижней половине затылочной части было отмечено трепанационное отверстие диаметром около 40—50 мм, через которое был удален головной мозг (Хаури, Блаттер, 2000). На МР-томограммах этой области также было выявлено трепанационное отверстие. Антропометрические размеры мозгового черепа мумии составляют: длина – 176,9 мм, ширина – 136 мм, что сопоставимо со средними показателями современного человека (177 и 146 мм соответственно) (Степаненко, 2010).

Также ранее было отмечено, что кости лицевого черепа между обеими глазницами, носовой полостью и параназальными пазухами (*sinus maxillaries* и оба *sinus maxillaris*) соединяет отверстие диаметром около 20 мм с зазубренными краями. Через это отверстие могли удалить глазные яблоки, слизистую оболочку носа и околоносовых пазух. Это отверстие также было нами визуализировано.

Краевых деформаций по наружным контурам костей головы и лица на МР-томограммах выявить не удалось из-за недостаточного уровня разрешения в этой зоне, но можно утверждать о явной асимметрии (смещении влево) мозгового черепа и нижней челюсти.

В исследованиях 1993 г. была также определена псалидодонтная форма прикуса, а таже гиподонтия: отсутствие обеих третьих моляров нижней челюсти, обеих первых премоляров верхней челюсти и второго премоляра правой части зубного ряда верхней челюсти (удалены прижизненно),



медиальных резцов нижней челюсти (утрачены посмертно). «Травматических» летальных (прижизненных) изменений не было обнаружено: кости мозгового черепа в лобно-теменной области и лица сохранены, на темени имеется слабо уплощенный участок округлой формы, который мог быть следствием местного нарушения нервно-сосудистой сети, вероятно, из-за небольшого пучка волос, который совмещался с отверстием в парике (остальная кожа головы была обрита для ношения парика) (Хаури, Блаттер, 2000).

К сожалению, на полученных МР-томограммах невозможно было визуализировать все зубные ряды, хотя некоторые зубы верхней челюсти и их корни были видны: низкий сигнал от тканей зуба выделялся на фоне более высокого сигнала в альвеолярном отростке в челюсти.

Головной мозг в полости черепа отсутствует: сниженный МР-сигнал указывает, что там находится воздух.

Величину угла нижней челюсти оценивали между касательными линиями к телу и ветви нижней челюсти. Височно-нижнечелюстные суставы и нижняя челюсть имеют свои особенности: угол нижней челюсти больше прямого и составляет 103,9°. Для сравнения: у гейдельбергского человека этот показатель достигал 95°, у неандертальца – 100°, у современного человека – 130°. Подобные изменения в индивидуальном плане связывают с формированием прикуса, а в эволюционном – с развитием речевой функции за прошедшие 2,5 тыс. лет. Поскольку, как упоминалось выше, зубные ряды у мумии достаточно хорошо сохранились, результаты ее томографического исследования могут быть использованы для подтверждения второго предположения.

Мягкие ткани: кожные покровы, клетчаточные пространства, молочные железы

Судя по томограммам, толщина подкожно-жировой клетчатки у мумии значительно варьирует и составляет от 2–3 мм на левой кисти и предплечье до 13—16 мм на ягодицах и бедрах.

Кожа правой кисти и фрагмента предплечья проксимальнее лучезапястной складки, утолщена до 7—8 мм против 2—3 мм на левой кисти и предплечье и при этом резко отечна. Такая ситуация может развиваться при развитии локальной лимфедемы (нарушением оттока лимфы) или развитии воспалительного процесса типа флегмоны, и ее можно связать с блокированием лимфооттока на уровне лимфоузлов подмышечной впадины. Мягкие ткани проксимальной части предплечья и плеча правой руки утрачены, возможно, по этой же причине: прижизненно отечные ткани имеют низкую резистентность – как в случае инфекционного, так и онкологического процесса.

Внутренних органов не было обнаружено, поскольку перед захоронением тело женщины мумифицировали: были удалены хрящевые части ребер и грудина, вскрыта и «очищена» от внутренних органов брюшная полость; череп и шейные позвонки были отделены от туловища. Когда мумия была найдена, ее грудная, брюшная полости и полость таза были заполнены гомогенным торфоподобным матриксом из волокнистых компонентов – смеси трав, конского волоса, шерсти, песка и глины (Хаури, Блаттер, 2000).

На томограммах также зарегистрирована редукция объемов полостей и практически нулевой МР-сигнал. Поскольку все внутренние органы были удалены при мумификации, представляется абсолютно невозможным сделать заключение об их прижизненном состоянии.

Тем не менее при МРТ-исследовании были выявлены остаточное количество жировой ткани, располагающейся подкожно на спине по задней поверхности туловища (с обеих сторон от позвоночника) и ягодицах, в правом премаммарном пространстве, в зоне шейно-грудного перехода (с обеих сторон), в тазовой полости (справа),

Рис. 7. Клетчаточные пространства (MPR 3D-реконструкция). Обозначения: 1 – правая молочная железа; 2 – премаммарное клетчаточное пространство, справа; 3 – аксиллярное клетчаточное пространство, справа; 4 – клетчаточное пространство шейногрудного перехода, справа; 5 – клетчаточное пространство шейногрудного перехода, слева; 6 – подкожно по задней поверхности грудной клетки, справа; 7 – подкожно по задней поверхности грудной клетки, слева; 8 – подкожно по задней поверхности брюшной полости, справа; 9 – клетчаточные пространства малого таза, справа; 10 – паховое клетчаточное пространство, справа

Рис. 8. Левая молочная железа – достаточно гомогенной МР-структуры. Контур органа показан полыми стрелками. Видна жировая ткань левой аксиллярной ямки (без отечности и без узловых включений) и левый плечевой сустав. Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень артифициального рассечения на уровне шейно-грудного перехода

Рис. 9. Правая молочная железа (указано закрашенной стрелкой). В структуре железы имеется сфероидный узел (тонкая стрелка). В подмышечной впадине можно видеть два овоидных плотных объекта (две молниеобразные стрелки). Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень артифициального рассечения на уровне шейно-грудного перехода

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/zhizn-i-smert-altayskoy-printsessy/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

в правой подмышечной впадине и в правой паховой области. Эта ткань имела повышенный МР-сигнал, указывающий на наличие в ней диффузного жидкостного компонента; общий объем ткани составлял до 287,54 см^3. Поскольку явных повреждений кожи спины не выявлено, то эти изменения можно связать с развитым отечным (гипостатическим) процессом – например, с началом формирования пролежней.

При визуализации молочных желез обращает на себя их несимметричное строение и разнохарактерный МР-сигнал. Есть основания считать, что левая железа была реконструирована 2,5 тыс. лет назад с помощью набивки торфоподобным материалом; правая железа имеет признаки «жирового» перерождения (Хаури, Блаттер, 2000).

По МР-сигналу левая железа гомогенна, а правая – гетерогенна, при этом в ее структуре (в верхнемедиальном квадранте) имеется отечное клетчаточное премаммарное пространство размером до 14×48×56 мм, а рядом – сфероидный узел размером 20×17×15 мм. В правой подмышечной впадине можно видеть два овоидных плотных объекта размером 13×9×12 мм – в верхней половине аксиллярной ямки; и 16×14×15 мм – в нижней половине.

Не исключено, что все это может быть результатом бальзамического пропитывания – первичной либо повторной мумификации, но наличие асимметрии аксиллярных пространств, плотных узлов в правом аксиллярном пространстве и узла в правой молочной железе указывают на наличие прижизненного процесса, распространявшегося от центра на периферию по клетчаточным пространствам, где достаточно четко выявляются плотные объекты овоидно-сфероидной формы размерами от 2–3 до 13–16 мм.

В патологоанатомическом плане можно предположить, что мы имеем дело с тканями, обладающими аномальными свойствами; наиболее вероятно – с первичной опухолью в правой молочной железе и с лимфатическими узлами, пораженными опухолевыми метастазами, в правой аксиллярной ямке и в клетчаточных пространствах шейно-грудного перехода, окружающего тела первых трех грудных позвонков, также явно пораженных патологическим процессом, о которых речь пойдет ниже.

Если повышенная отечность тканей мумии имеет прижизненное происхождение, то это объясняется повышением содержания свободной диффузной жидкости за счет метастатического (онкологического) блокирования лимфатических путей оттока тканевой жидкости. Эти изменения, несомненно, характерны для раковой болезни вследствие неопластической патологии молочной железы.

Позвоночный столб

На МР-томограммах было проведено определение числа позвонков: в шейном отделе обнаружено 7 позвонков, в грудном – 12, в поясничном – 5, что соответствует современным данным.

В грудном отделе позвоночник сглажен (вероятно, посмертно), имеются прижизненные деформации тел позвонков как последствия компрессионных переломов, грыжи Шморля в различных фазах формирования, спондилезные разрастания и зафораменальные протрузии межпозвонковых дисков, особенно в нижней половине грудного отдела и в поясничном отделе позвоночника. Эти прижизненные изменения носят микротравматический и дистрофический характер, что контрастирует с молодым возрастом женщины.

В телах позвонков Th1, Th2 и Th3 выявляется значительное снижение МР-сигнала и деформация наружных контуров, что может указывать на прижизненное патологическое поражение губчатой костной ткани этих элементов, вероятно – метастатическим онкопроцессом, тем более что они «окружены» с обеих сторон паравертебральной клетчаткой с проявлениями резкой отечности.

Можно заключить, что у этой женщины при жизни были множественные проявления остеохондроза: формирующиеся грыжи Шморля в грудном и поясничном отделах, клиновидные деформации тел позвонков, явления спондилеза и спондилолистеза практически во всех отделах и снижение высоты тел позвонков. Все это явилось следствием достаточно высоких травмирующих механических вертикальных нагрузок при жизни.

Кости и связки: конечности, плечевой и тазовый пояс

По данным судебно-медицинского исследования 1993 г., все кости скелета – ребер, таза и конечностей – отличались хорошей сохранностью (Хаури, Блаттер, 2000).

МР-томография также не выявила каких-либо патологических изменений в структуре ребер. Кости левой кисти – без признаков поражения, подкожная клетчатка – без признаков отечности. Кости правой кисти – также без видимой очаговости, но имеется диффузная отечность и утолщение подкожно-жировой клетчатки проксимальнее луче-запястной складки.

Левый локтевой сустав выглядит неизмененным, но в структуре локтевого отростка локтевой кости имеется отечный очаг размером до 9×7×8 мм.

Поскольку из-за утраты мягких тканей правого плеча уровень МР-сигнала от правого плечевого сустава был низким, для его визуализации была использована технология наложения изображений программы «Radiant Dicom Viever 1.9.2.». По верхнему контуру головки правой плечевой кости был обнаружен дефект глубиной до 3,5–4,5 мм. Отчетливая отечная структура толщиной до 4 мм в зоне этого дефекта кости явно указывает на прижизненный травматический характер этого изменения. Отечный очаг был обнаружен и в акромеальном конце правой ключицы.

В левом тазобедренном суставе можно отметить субхондральные диффузные отечно-эррозивные изменения глубиной до 2–4 мм. Угол шейки по отношению к телу бедренной кости составляет 129,2° – как и у современного человека (130°).

Визуализация правого тазобедренного сустава показала, что на момент исследования он был вывихнут: головка бедренной кости была выведена из гленоидальной ямки на 17 мм кпереди, а большой вертел из латерального положения переместился назад. На головке правой бедренной кости имеются субхондральные диффузные склеротические изменения глубиной до 5 мм. Угол шейки по отношению к телу бедренной кости составляет 129,2°.

Капсула этого сустава имеет явную отечность со скоплениями жидкости внутри суставной капсулы, с выраженной отечностью в прилежащей клетчатке правой паховой области. Именно эти данные позволяют утверждать, что изменения правого тазобедренного сустава носят прижизненный характер. В сочетании с травматической деформацией головки правой плечевой кости, деформацией передней крестообразной связки правого коленного сустава (о которой речь пойдет ниже) и деформации поясничного отдела позвоночника по типу сублистеза они дают основания предположить значительную прижизненную травму. Это могло произойти при падении с лошади.

Поскольку пояс нижних конечностей у мумии при томографии находился не в ортогональной позиции, для измерения размеров малого таза пришлось использовать технологию 3D MPR.

Расстояние между большими вертелами бедренных костей оценено в 19 см, но, учитывая вывих правого тазобедренного сустава, можно говорить о том, что при жизни оно было равно 23,0–23,5 см (современная норма – 30–31 см). Расстояние между передними верхними остями подвздошных костей составило 19 см (современная норма – 25–26 см).

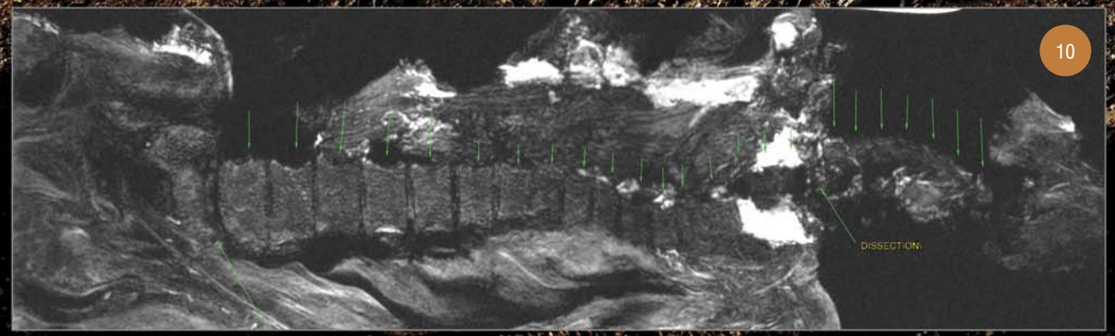
Поскольку измеренные наружные размеры малого таза мумии значительно отличаются от нормы, а размеры черепа ее самой и ее взрослых современников и современного человека схожи, то закономерно встает вопрос о размерах полости малого таза. Его размеры – принципиально важный вопрос для деторождения, поскольку малый таз представляет собой костную часть родового канала: его задняя стенка состоит из крестца и копчика, боковые образованы седалищными костями, а передняя – лобковыми костями и симфизом.

Томографические исследования выявили одну важную особенность строения тела женщины. У нее был, по современной медицинской терминологии, «плоскорахитический, или общесуженный, плоский таз». По существующим в современном акушерстве классификациям степеней суженности таза (Литмана и Крассовского) в ее случае показано кесарево сечение, естественные роды опасны для жизни (Гайворонский, Бессонов, Ниаури, 2012). Таким образом, становится понятно, что женщина не имела детей – первые же роды убили бы ее.
Особенности физического строения тела женщины подтверждают наше предположение, сделанное на основе характера погребального обряда (одиноко стоящий курган), о безбрачии женщины как следствии ее особого положения в обществе

Размеры малого таза у мумии оказались гораздо меньше, чем у современных женщин. Опираясь на современные акушерские нормы, можно говорить о III степени суженности таза, при которой невозможны естественные роды (в современных условиях показано кесарево сечение). С другой стороны, нельзя полностью исключить возможность деторождения. Можно предположить эволюцию биомеханики родов, поскольку строение крестца у мумии отличается от современного: межпозвонковые диски не утрачены – по-видимому, крестцовый отдел позвоночника был достаточно подвижен и только 2–3 верхних крестцовых позвонка являли собою единый крестец. Вполне возможно, что такое строение крестца компенсировало узость родового канала. Не исключено также, что в те времена у молодых особей соединения между костями таза могли быть более подвижными, чем в наши дни, поскольку репродуктивный возраст начинался у них уже в начале второго десятилетия жизни при ее средней продолжительности в 30–40 лет. Более того, в условиях относительно ограниченных пищевых ресурсов рождение крупного потомства было маловероятным.

Что касается костей бедра, то в дистальной части диафизарной полости левой бедренной кости обнаружены отечно-склеротические овоидные очаги общим размером 19×16×76 мм. В метаэпифизарной зоне и в дистальной части диафизарной полости правой бедренной кости также обнаружены серийные отечные очаги общим размером 13×15×85 мм. Все эти изменения можно оценить как прижизненные остеомиелитические в остро-подострой фазе.

на стр. 130



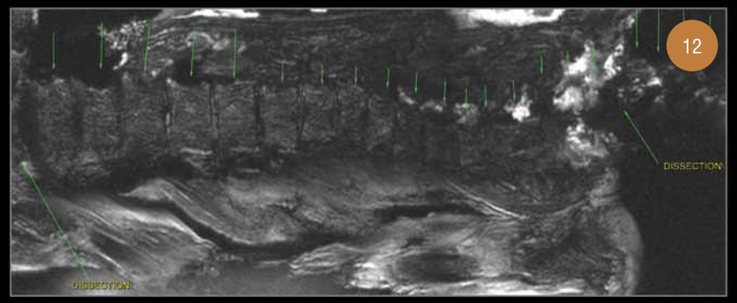
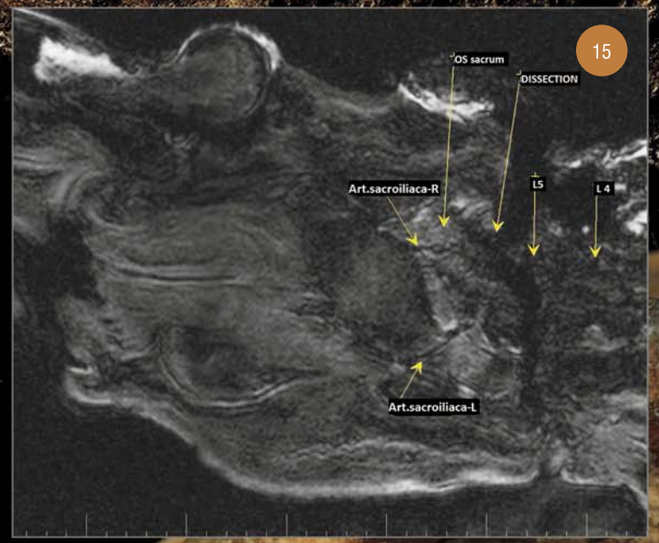
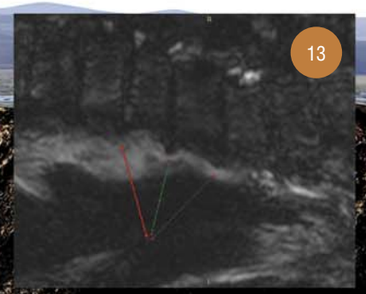


Рис. 10. Позвоночный столб мумии: в шейном отделе позвоночника 7 позвонков, в грудном – 12, а в поясничном – 5. Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень артифициального рассечения на уровне шейно-грудного перехода. Сразу ниже него видны три грудных позвонка (Th1,2,3), деформированные и дающие сниженный МР-сигнал (по сравнению с нижележащими позвонками). Вокруг этих позвонков – отечные клетчаточные пространства (с высоким МР-сигналом). Второе рассечение без обозначения – на уровне крестцово-поясничного перехода (между крестцом и позвонком L5)

В телах позвонков Th1, Th2 и Th3 выявляется значительное снижение МР-сигнала и деформация наружных контуров, что может указывать на прижизненное патологическое поражение губчатой костной ткани этих элементов, вероятно – метастатическим онкопроцессом, тем более что они «окружены» с обеих сторон паравертебральной клетчаткой с проявлениями резкой отечности





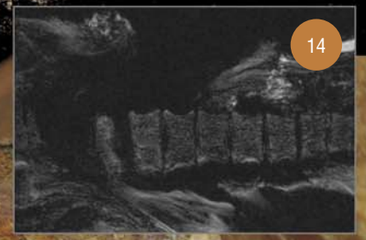


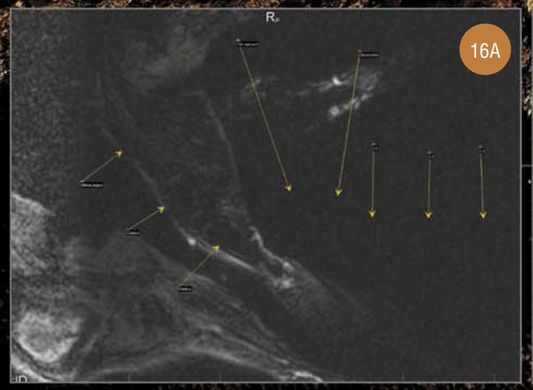
Рис. 11. Компрессионные переломы тел позвонков Th8,9,10 (показаны полыми стрелками). DISSECTION – уровень артифициального рассечения на уровне крестцово-поясничного перехода (между крестцом и позвонком L5 – показано тонкой стрелкой)

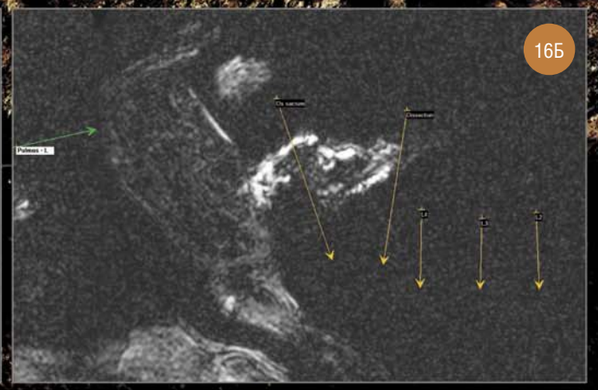
Рис. 12. Формирующиеся грыжи Шморля в телах позвонков Th8,9,10,11,12. DISSECTION – уровни артифициальных рассечений на уровне шейно-грудного и крестцово-поясничного переходов

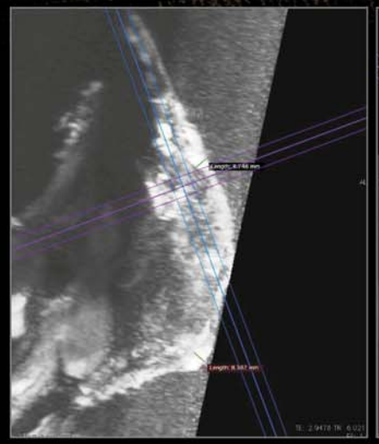
Рис. 13. Спондилез и боковые (зафораменальные) протрузии в грудном отделе позвоночника (стрелками показаны межпозвонковые диски Th7-8, Th8-9, Th9-10)

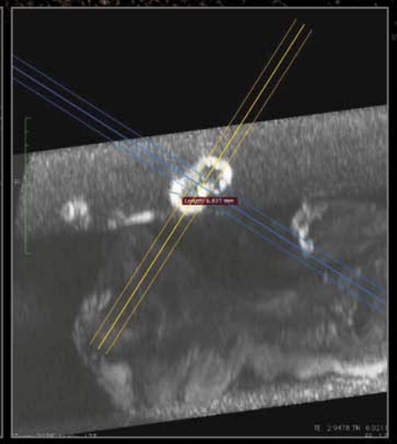
Рис. 14. Прижизненные изменения поясничного отдела позвоночника и ритуальное рассечение на уровне пояснично-крестцового перехода

Рис. 15. Крестцово-подвздошные сочленения: правое (Art.sacroiliaca-R) и левое (Art.sacroiliaca-L). DISSECTION – уровень артифициального рассечения на уровне крестцово-поясничного перехода между крестцом (Os sacrum) и последним поясничным позвонком (L5)


16А


16Б





17А

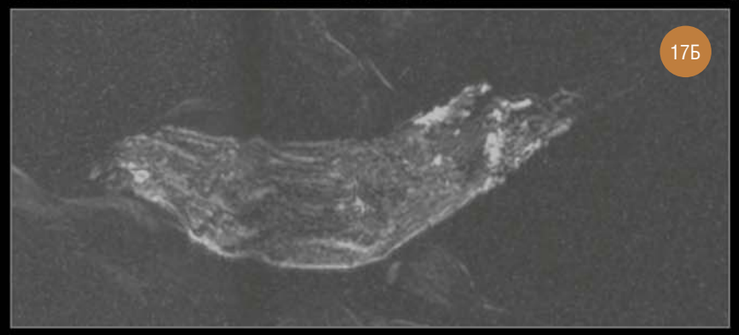
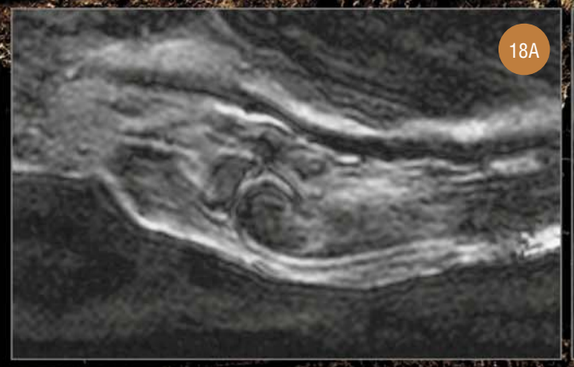

17Б

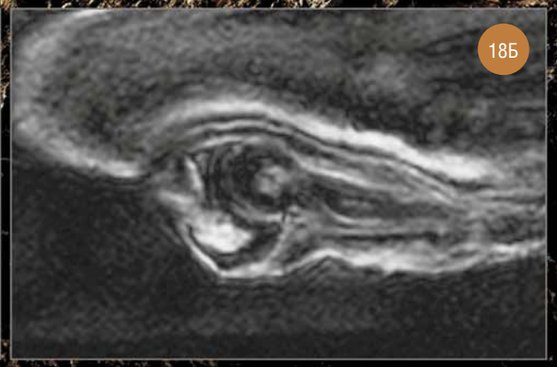
Рис. 16. Левая кисть.
А – запястные и пястные кости.
Б – пястные кости и фаланги

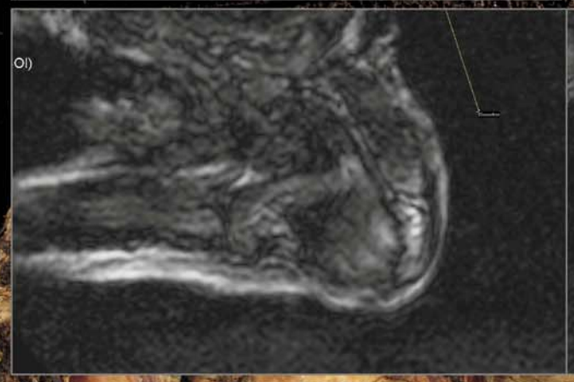
Рис. 17. Правая кисть (проксимальные фаланги, запястные и пястные кости, фрагмент предплечья). Видно диффузное усиление сигнала и утолщение подкожно-жировой клетчатки проксимальнее лучезапястной складки.
А – трехпланарная проекция,
Б – технология наложения полупрозрачных соседних томографических срезов

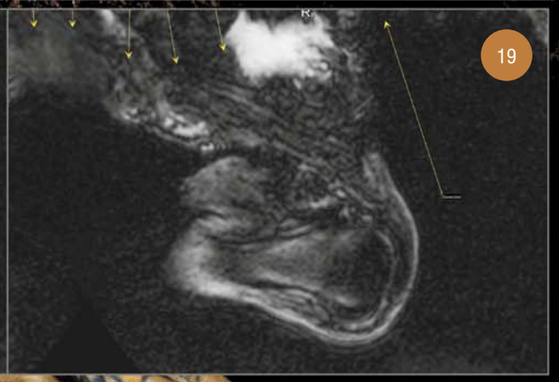
Рис. 18. Левый локтевой сустав.
А – articulatio humeroradialis,
Б – articulatio humeroulnaris (в структуре olecranon'a – отечный очаг)

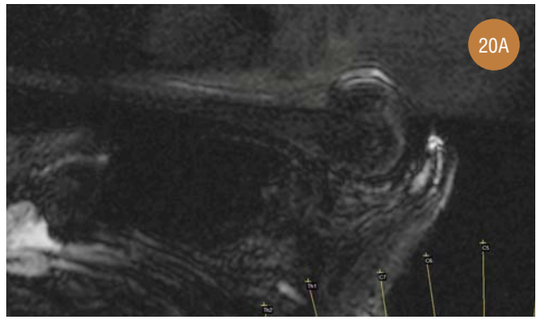
Рис. 19. Левый плечевой сустав (параллельные срезы)

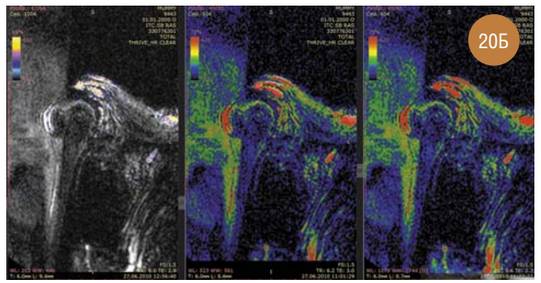

18А


18Б




19





На левом коленном суставе можно отметить элементы субхондрального склерозирования и сфероидные отечные очаги диаметром 4—13 мм в проксимальном эпифизе левой большеберцовой кости. Передняя крестообразная связка правого коленного сустава деформирована и утолщена, вероятно, в результате прижизненной травматизации.

В латеральной лодыжке (левая малоберцовая кость) имеется зона резкой отечности губчатого вещества до 15×25×10 мм; аналогичный очаг до 12×15×10 мм – в дистальном эпифизе левой большеберцовой кости. Правая большеберцовая и малоберцовая кости находятся в хорошем состоянии, без явных очагов, имеются лишь мелкие субхондральные отечно-склеротические изменения.

В костях левой стопы выявлены очаги с отечной периферией и с МР-плотными темными центральными зонами. Эти изменения можно интерпретировать как проявления прижизненного инфекционного или, что более вероятно, метастатического процесса. Аналогичные, но менее интенсивные очаги выявлены в костях правой стопы.

Томографический «диагноз»

Таким образом, магнитно-резонансная томография позволила выявить в мумии ряд очаговых изменений с повышенным МР-сигналом. Можно предположить несколько вариантов происхождения этих очагов, но необходимо отметить, что в любом случае они являются проявлением достаточно тяжелой патологии, которая могла быть причиной летального исхода. Можно назвать два наиболее распространенных варианта происхождения патологических очагов, тем более что по характеру МР-сигнала они отчетливо распадаются на две отдельные группы.

Вариант первый – остеомиелит как проявление общего септического процесса. Сюда можно отнести очаги с высоким МР-сигналом, связанным с повышенным содержанием жидкости (т. е. выраженной отечностью), а множественность очагов можно интерпретировать как прижизненное септическое состояние. Тем более что в левой бедренной кости обнаружены отечно-склеротические очаги, очень похожие на постостеомиелитические очаги в подострой или хронической фазе (с элементами остаточной отечности и перифокального остеосклерозирования), а в правой бедренной кости – аналогичные очаги, но с более выраженной отечной реакцией, что можно интерпретировать как наличие того же процесса (сепсис, остеомиелит), но в более ранней (острой или подострой) фазе.

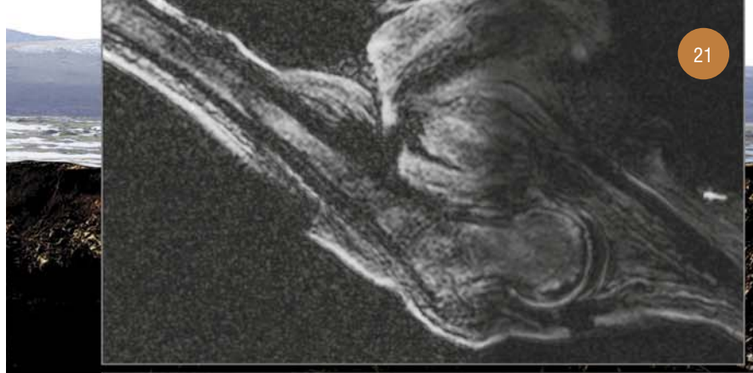
Вариант второй – онкология. В пользу этого предположения говорит наличие округлого очага в правой молочной железе, очагов с низкой интенсивностью МР-сигнала, по локализации соответствующих лимфатическим узлам с патологическим (метастатическим) «содержимым», очагов, напоминающих метастазы опухоли в телах позвонков Th1, Th2 и Th3 и очагов с «плотным» центром и «яркой» периферической отечностью в кубовидной кости левой стопы. Утрата мягких тканей правой руки в этом случае может быть связана с развитием лимфедематозных, а затем деструктивно-воспалительных изменений в этой зоне за счет прижизненного метастатического блока лимфоузлов в правой аксиллярной ямке. Вследствие этого ткани пораженной зоны оказались менее устойчивы к действию факторов внешней среды.

Помимо вышесказанного, были обнаружены и остаточные проявления нелетальных прижизненных воздействий в виде микротравматических (стрессорных) изменений в костных структурах. Их происхождение можно объяснить с точки зрения биомеханики травм при том допущении, что исследуемый объект при жизни подвергался систематическим физическим воздействиям при подъеме тяжестей, верховой езде, падениях и ударах.

Так, практически во всех крупных суставах, в межпозвонковых суставах и в суставах стоп были выявлены деформации артрозного или микротравматического типа, которые, возможно, явились последствиями хронического полиартрита.

Травматический локомоторный характер, вероятно, имеют вывих правого тазобедренного сустава и деформация головки правой плечевой кости, а также большая

на стр. 137



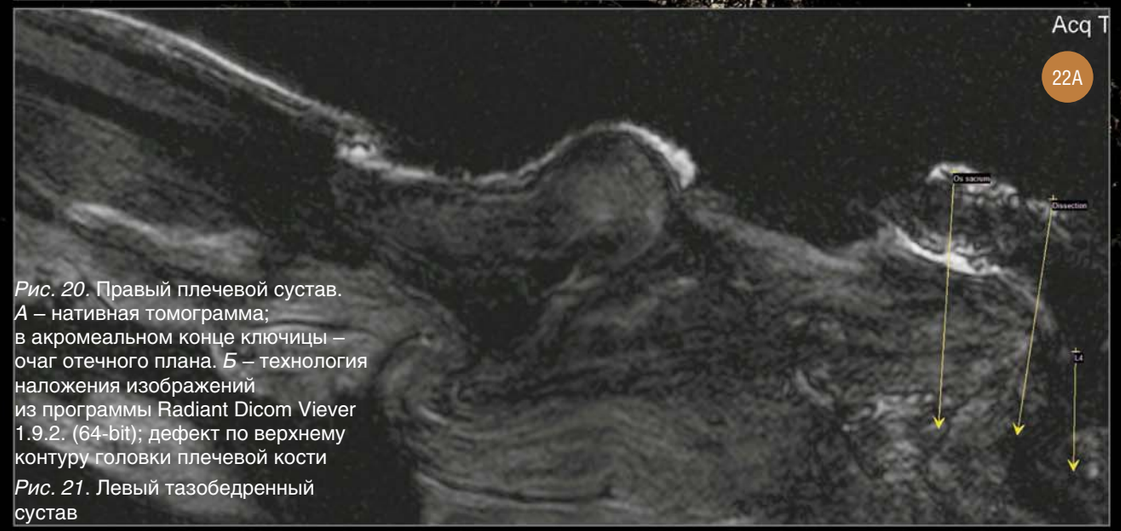


Рис. 20. Правый плечевой сустав. *А* – нативная томограмма; в акромеальном конце ключицы – очаг отечного плана. *Б* – технология наложения изображений из программы Radiant Dicom Viever 1.9.2. (64-bit); дефект по верхнему контуру головки плечевой кости

Рис. 21. Левый тазобедренный сустав

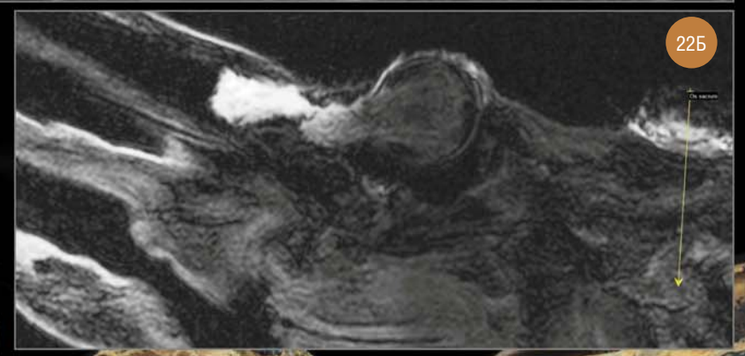
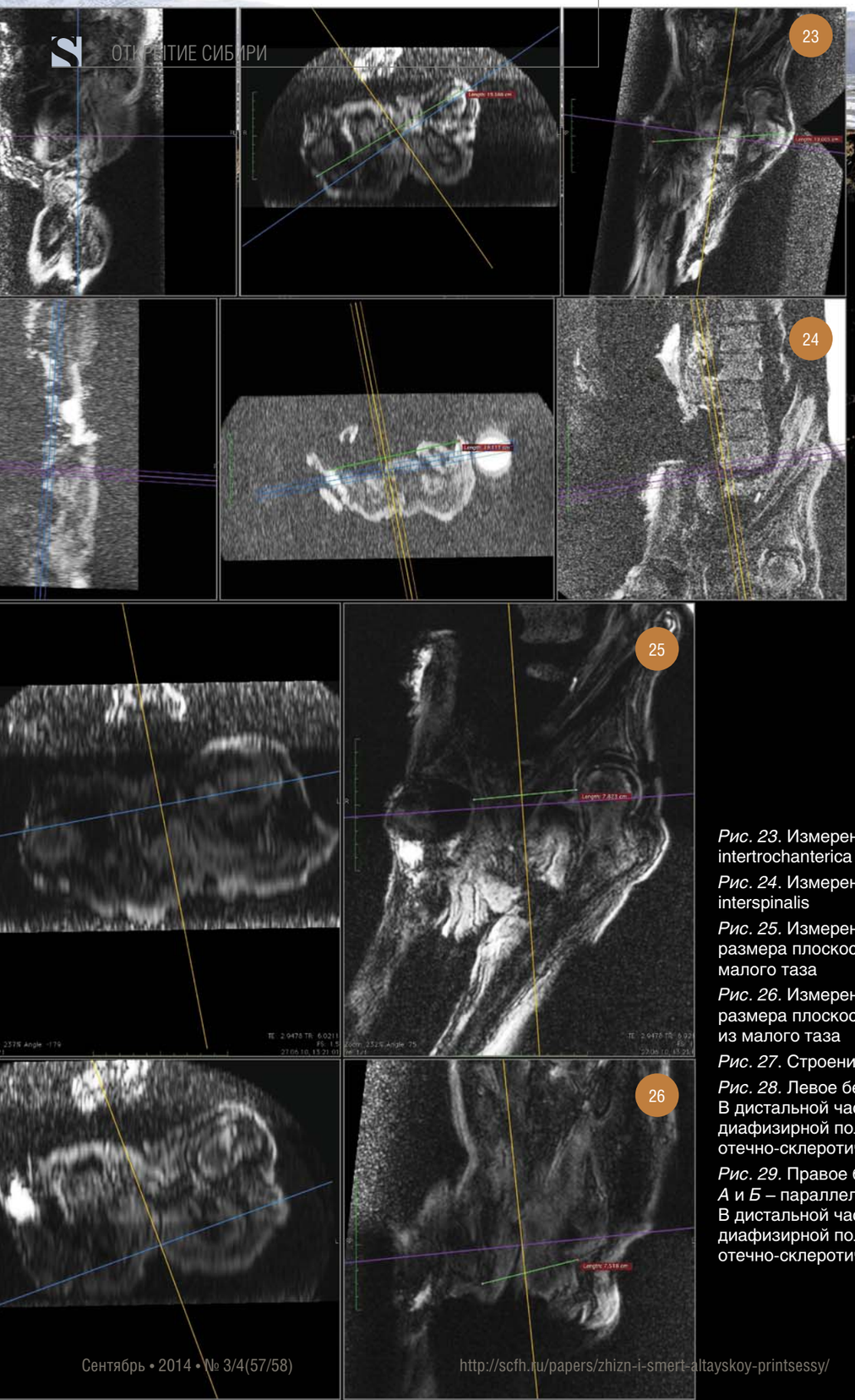
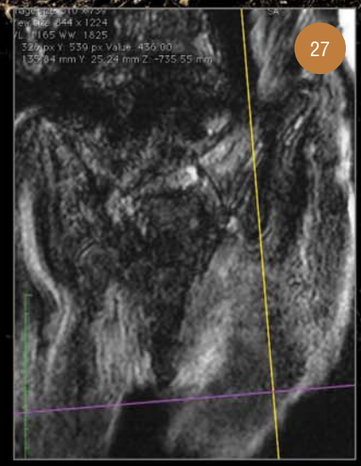


Рис. 22 Правый тазобедренный сустав. *А* – имеется резкая отечность в области шейки и в межтрохантерной зоне (внутри сустава, видна «пустая» гленоидальная полость), *Б* – головка бедренной кости вывихнута за пределы края гленоидальной полости





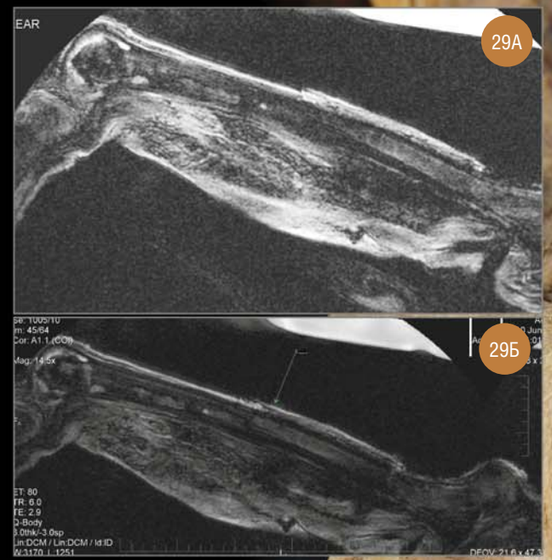


Рис. 23. Измерение distantia intertrochanterica

Рис. 24. Измерение distantia interspinalis

Рис. 25. Измерение поперечного размера плоскости широкой части малого таза

Рис. 26. Измерение поперечного размера плоскости выхода из малого таза

Рис. 27. Строение крестца

Рис. 28. Левое бедро. В дистальной части диафизирной полости – отечно-склеротические очаги

Рис. 29. Правое бедро. *А* и *Б* – параллельные срезы. В дистальной части диафизирной полости – отечно-склеротические очаги

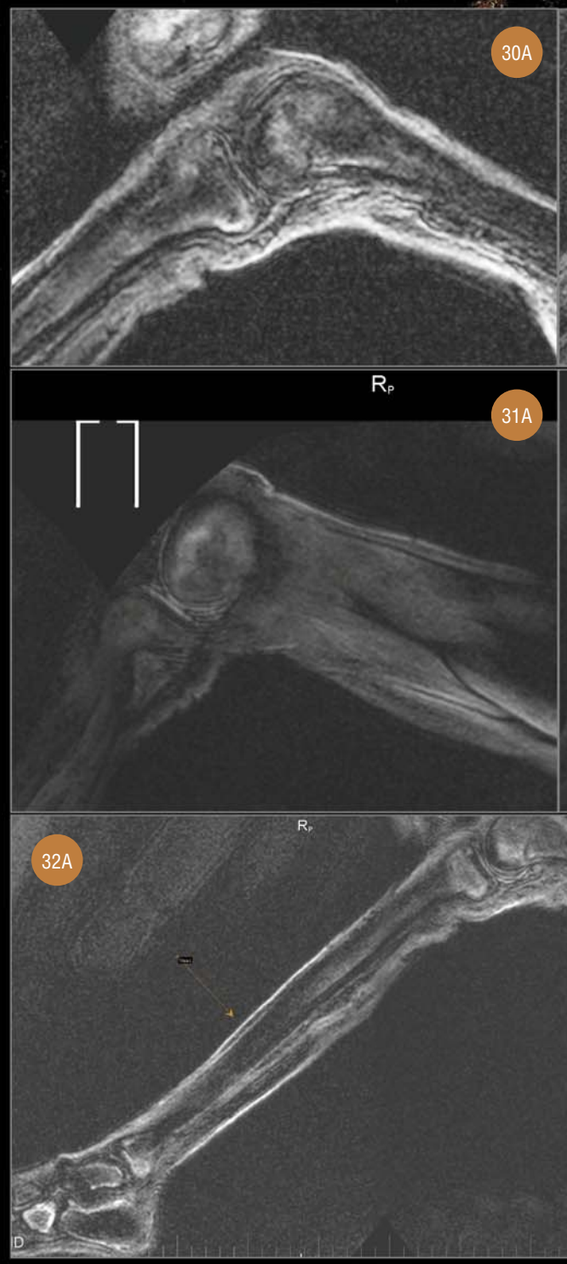


Рис. 30. Левый коленный сустав. *А* – элементы субхондрального склерозирования и сфероидные отечные очаги в проксимальном эпифизе левой большеберцовой кости. *Б* – визуализируется достаточно сохранная передняя крестообразная связка (ПКС, показана стрелкой)

Рис. 31. Правый коленный сустав. *А* – достаточно сохранный латеральный мениск. *Б* – передняя крестообразная связка (ПКС, показана стрелкой) – деформирована, утолщена, но ее форм-фактор сохранен

Рис. 32. Левая голень. *А* – большеберцовая кость. *Б* – малоберцовая кость

Рис. 33. Правая голень – большеберцовая кость

Рис. 34-А. Правая голень – малоберцовая кость, дистально

Рис. 34-Б. Правая голень – малоберцовая кость, проксимально

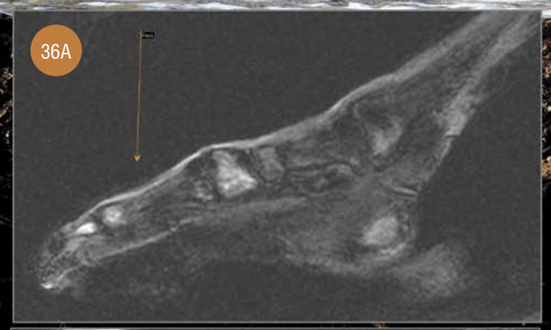


Рис. 35. Левая стопа.
А – очаг в кубовидной, таранной кости, в плюсневых костях.
Б – очаги в кубовидной, пяточной кости и в латеральной лодыжке, в V плюсневой кости.
В – очаги в кубовидной, пяточной кости, в I плюсневой кости, в проксимальной фаланге I пальца и в дистальном диафизе большеберцовой кости

Рис. 36. Правая стопа. *А* - очаги в I плюсневой кости и в проксимальной фаланге I пальца.
Б – очаг в правой кубовидной кости

толщина передней крестообразной связки в правом коленном суставе при выраженной травматизация связки. Обращает на себя внимание, что все эти изменения храктерны только для одной, правой, стороны тела. Нужно добавить, что на рисунках черепа (Чикишева, 2000) хорошо видна четкая асимметрия костей лицевого черепа с деформацией и линией перелома правой верхней челюсти, с дефектом правой скуловой кости и асимметрией положения нижней челюсти за счет асимметрии височно-нижнечелюстных суставов. На МР-томограммах также была выявлена асимметрия мозгового черепа и асимметричное положение нижней челюсти. С судебно-медицинской точки зрения такие травмы вполне могли быть получены прижизненно. И хотя их можно отнести к травмам средней степени тяжести, их сочетание с вышеописанной патологией вполне могло привести к смерти, особенно на фоне далекого от нормы здоровья женщины.

Заключение

Данные, полученные с помощью посмертной магнитно-резонансной томографии мумии женщины из «замершего» пазырыкского погребения, свидетельсвуют о выраженном действии на ее костный скелет и суставной аппарат жесткой функциональной нагрузки и неблагоприятных факторов (в основном травматического характера).

Кроме того, результаты МР-томографии указывают на наличие достаточно тяжелых патологических изменений. Они свидетельствуют в пользу продолжения исследования тканей мумии в патоморфологическом аспекте на предмет верификации природы костных очагов, состояния правой молочной железы и оставшихся клетчаточных пространств, а также для поиска лимфоузлов, пораженных метастатическим процессом. На основании подобных находок можно будет с высокой долей вероятности утверждать, что женщина страдала от онкологического заболевания, развившегося на фоне поражения правой молочной железы. Второй возможной хронической прижизненной патологией мог быть септический процесс, остеомиелитические проявления которого были найдены на МР-томограммах. Тяжелая травма с поражением мозгового черепа и суставов могла быть «последней каплей, переполнившей чашу», и стать непосредственной причиной смерти.

Если эти гипотезы найдут прямое – патоморфологическое, гистологическое, иммунологическое или генетическое – подтверждение, то можно будет достаточно уверенно судить о факторах внешней среды, воздействовавших на организм, о перенесенных заболеваниях и причине смерти этого антропоархеологического объекта, тем более что исследования в этом направлении в СО РАН в свое время уже были начаты (Докторов и др., 2000).

Что касается нашей дальнейшей работы, то планируется дальнейшая обработка МР-томограмм с целью усиления и дискриминации МР-сигнала на томограммах. Возможно, тогда удастся оценить индивидуальные особенности и эволюционные «аспекты» формы, структуры и функционирования костей черепа, тем более что результаты для сравнений и классификации в современной антропоархеологической литературе уже имеются (Smith *et al.*, 2012).

Участникам этой работы хотелось, в первую очередь, продемонстрировать возможности использования высокопольной магнитно-резонансной томографии для изучения антропоархеологических объектов с позиций посмертного МРТ-анализа. А поскольку эта технология уже заняла достойное место в антропоархеологии (Scherf, 2013), то мы надеемся, что наши усилия помогут методу МРТ стать достойным дополнением рентгенологическому методу изучения в археологии и палеоантропологии.

Литература

Jackowski Ch. Postmortem MRI-current applications and future developments // Int. J. Legal Med. 2012. V. 126 (Suppl. 1). P. S5–S21.

Jackowski Ch., Grabherr S., Schwendener N. Pulmonary thrombembolism as cause of death on unenhanced postmortem 3T MRI // Eur. Radiol. 2013. V. 23. P. 1266–1270.

Kean W.F., Tocchio Sh., Kean M., Rainsford K.D. The musculoskeletal abnormalities of the Similaun Iceman ("O" TZI"): clues to chronic pain and possible treatments // Inflammopharmacol. 2013. V. 21. P. 11–20.

Ribeiro M.M., Martins H., Carreiras M., et al. Brain anatomy characterization through post-mortem structural MR imaging // Surg. Radiol. Anat. 2013. V. 35. P. 659.

Scherf H. Computed tomography in paleoanthropology – an overview // Archaeol. Anthropol. Sci. 2013. V. 5. P. 205–214.

Smith M.J., Kneller P., Elliott D., et al. Multidisciplinary analysis of a mummified cranium claimed to be that of a medieval execution victim / Archaeol. Anthropol. Sci. 2012. V. 4. P. 75–89.

Thompson R.C., Allam A.H., Lombardi G.P., et al. Atherosclerosis across 4000 years of human history: the Horus study of four ancient populations // www.thelancet.com / Published online March 10, 2013. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60598-X.

Воевода М.И., Ситникова В.В., Ромашенко А.Г. Расово- и этноспецифические особенности мтРНК представителей пазырыкской культуры. //Феномен алтайских мумий. Ред. А.П. Деревянко, В.И. Молодин. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. Гл. 4.7. С. 224–230.

Степаненко А.Ю. Влияние размеров мозгового черепа на морфометрические показатели мозжечка человека // Український медичний альманах, 2010. Т. 13. № 6. С. 151–155.

Феномен алтайских мумий. /Ред. А.П.Деревянко, В.И. Молодин. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. С. 320.

Будущий губернатор и утраченный альбом

А.В. ШАПОВАЛОВ

ШАПОВАЛОВ Андрей Валерьевич – доцент, кандидат исторических наук, директор Новосибирского государственного краеведческого музея. Лауреат Премии губернатора Новосибирской области в сфере культуры (2005).
Автор и соавтор 60 научных работ

© А.В. Шаповалов, 2014

В Российском государственном историческом архиве в фонде № 485 лежит дело 856 «Генеральные планы Сузунского завода, планы плавильной фабрики, монетного двора и других зданий завода». В нем хранятся чертежи, рисунки и планы различных сооружений Нижнесузунского медеплавильного завода, относящиеся к разным периодам его работы. Эти документы достаточно хорошо известны специалистам, многие из них опубликованы в качестве иллюстративного или вспомогательного материала в научных работах, их копии экспонируются в залах Сузунского и Новосибирского музеев, но как самостоятельный информативный источник рисунки и чертежи никогда не рассматривались. Может быть, поэтому никто не обратил внимания на то, что среди чертежей есть 5 листов, которые разительно отличаются от остальных по технике исполнения и особенному художественному подходу к изображению, равно как никто не пытался понять, что за персона стоит за скромной подписью «Бергмейстер 8-го класса Фролов». Между тем, персона это очень известная, с интересной судьбой, непосредственно связанной с историей Колывано-воскресенских заводов и всей российской промышленностью первой половины XIX в.

«...В НГУ я приехал поступать из г. Азова, уже отслужив в армии. Учиться оказалась значительно легче, чем ожидал: просто ходи на интересные занятия и читай книжки. Свободы было неожиданно много, и мне это очень подходило.
На мои научные занятия оказали серьезное влияние два преподавателя: тогда еще ассистент А.С. Зуев, внятно и просто объяснивший, в чем суть профессиональных занятий историей, и проф. Г.А. Антипов, преподававший курс методологии. Наверное, сейчас самое время сказать им «спасибо».
Было бы неправильным сказать, что я сегодня занимаюсь наукой. Для меня все закончилось вместе с аспирантурой: потом я преподавал, организовывал, руководил… Наука была и остается тем, чем я занимаюсь в свободное от основной работы время, и с годами становится все больше работы и меньше – науки»

Сейчас, накануне 250-летия основания, на территории бывшего Нижнесузунского медеплавильного завода и монетного двора проводятся работы по созданию музейно-туристического комплекса, рассказывающего посетителям о работе завода, в том числе планируется частично реконструировать технологические процессы, связанные с сохранившимися индустриальными памятниками на этой территории. Это определило особый подход группы музейных проектировщиков к изучению истории, заставляя выходить за рамки обычного изучения исторических процессов и фактов, и вынуждая скрупулезно копаться в деталях и мелочах, обращая особое внимание на предметы и объекты, подлежащие музеефикации, ибо именно эти мелочи составляют суть музейного подхода.

Мелкие, может быть, даже несущественные с точки зрения большой истории, детали и факты придают музейному рассказу необходимую достоверность, привязывают к историческому памятнику или музейному предмету, захватывают внимание посетителя, вводя его в контекст реального времени и места исторического события, позволяют увидеть объемный образ былого. Именно поэтому мы особенно тщательно изучали иконографические и картографические материалы и, естественно, сразу выделили в отдельную группу необычные чертежи «бергмейстера Фролова» (бергмейстер — мастер, управляющий рудником — чин VIII класса, соответствовал чинам майора).

Ключевые слова: археология, этнография, история, культурная политика, социокультурное проектирование.
Key words: Archaeology, ethnology, cultural policy, history, projection

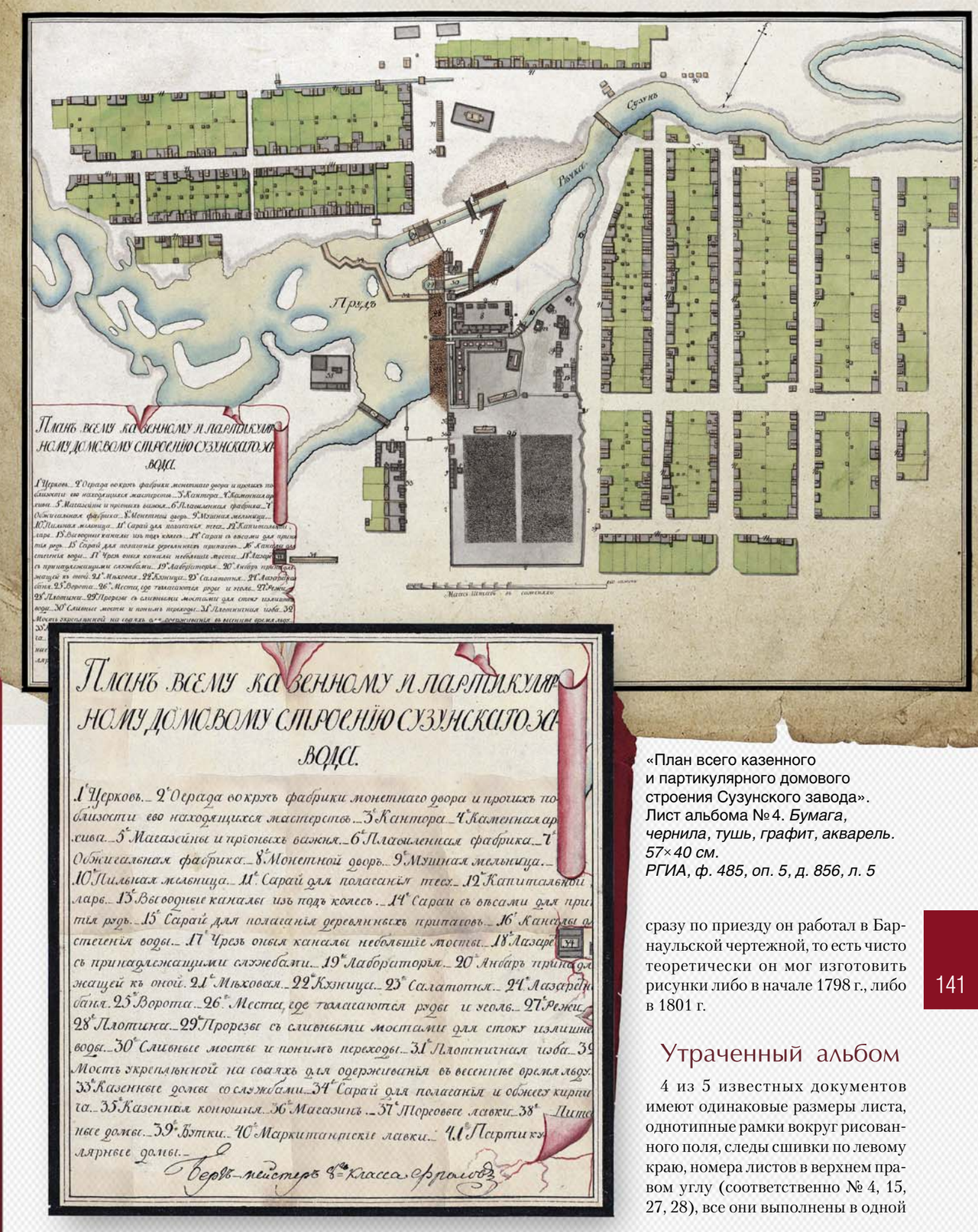
Портрет П.К.Фролова.
Г.А. Нечеухин. Холст, масло, 76×57 см. Год неизвестен.
Новосибирский Государственный Краеведческий Музей № ОФ – 22692

Проблема авторства и датировки

Однако с установлением авторства все оказалось не так просто. Есть несколько возможных авторов: изобретатель Козьма Дмитриевич Фролов, его сыновья Петр Козьмич и Павел Козьмич Фроловы, или просто неизвестный однофамилец. Ни один из рисунков не датирован, известен только условный временной интервал 1798—1801 гг., а точная дата непосредственно связана с авторством. Петр Козьмич Фролов – наиболее вероятный кандидат. Известно, что он в 1797 г. и 1798 г. работал в Сузуне «по досмотру за плавильными и надворными работами и состоял у приема руд и прочих заводских припасов» и имел чин бергмейстера. При сравнении почерков с другими источниками выяснилось, что подписи принадлежат Петру Козьмичу Фролову. Но в 1798 г. он был отправлен руководить поставками свинца с Нерчинских рудников и находился в постоянных разъездах. Зато

ПЕТР КОЗЬМИЧ ФРОЛОВ (1775—1839)

Горный инженер, изобретатель, организатор горнозаводского производства на Алтае, томский губернатор в 1822—1830 гг. Биография и деятельность П. К. Фролова достаточно хорошо известны. Он родился в Змеиногорском руднике, его отцом был выдающийся гидротехник-изобретатель К. Д. Фролов. По данным биографов он в 1793 г. закончил Петербургское горное училище, поступил на Колывано-Воскресенские (Алтайские) заводы в чине шихтмейстера, служил «по маркшейдерской должности и заведованию лесов» на Змеиногорском, а затем на других рудниках. В 1797 г. заведовал припасами на Сузунском медеплавильном заводе. В 1798—1801 гг. руководил поставкой свинца с Нерчинских на Колывано-Воскресенские заводы. С 1801 г. – маркшейдер, затем форстмейстер при Барнаульской чертежной. В 1804—1805 гг. составил карты Иртыша и его притоков. В 1806 г. представил горному ведомству разработанный им проект чугунной дороги от Змеиногорского рудника до Корбалихинского сереброплавильного завода и в 1809 г. построил впервые в России около 2 км чугунной дороги с конной тягой. В 1808 г. руководил постройкой судов собственного изобретения и опытным сплавом на них руд в Барнаул по Алею и Оби. С 1811 г. – начальник чертежного департамента горных и соляных дел в Петербурге. В 1817 г. был назначен начальником округа Колывано-Воскресенских заводов, в 1822 г. при объединении должностей стал одновременно Томским гражданским губернатором. В 1830 г. вышел в отставку в чине обер-берггауптмана 4 класса и уехал в Петербург, где работал в нескольких сенатских комиссиях. С именем Петра Козьмича Фролова связано несколько важных нововведений в управлении алтайскими заводами

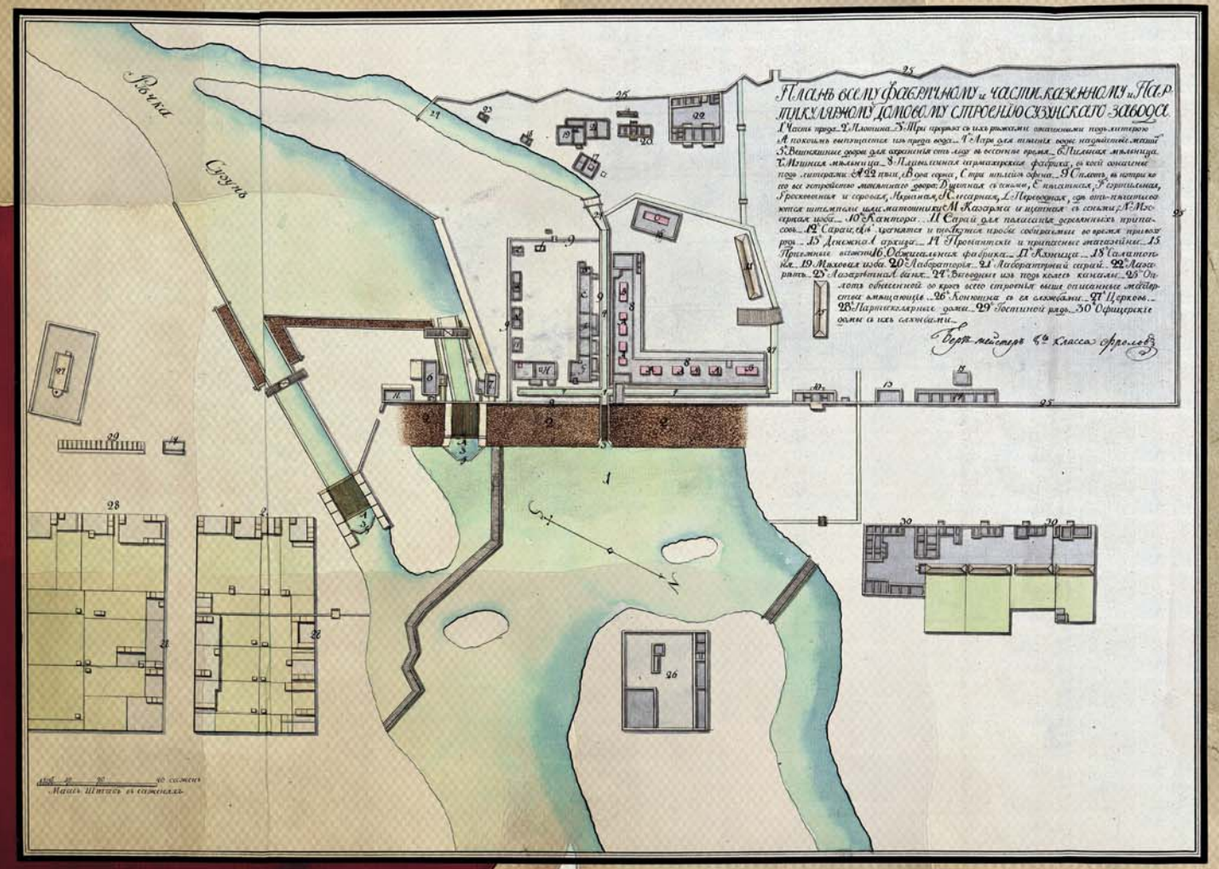


«План всего казенного и партикулярного домового строения Сузунского завода». Лист альбома № 4. *Бумага, чернила, тушь, графит, акварель. 57×40 см.*
РГИА, ф. 485, оп. 5, д. 856, л. 5

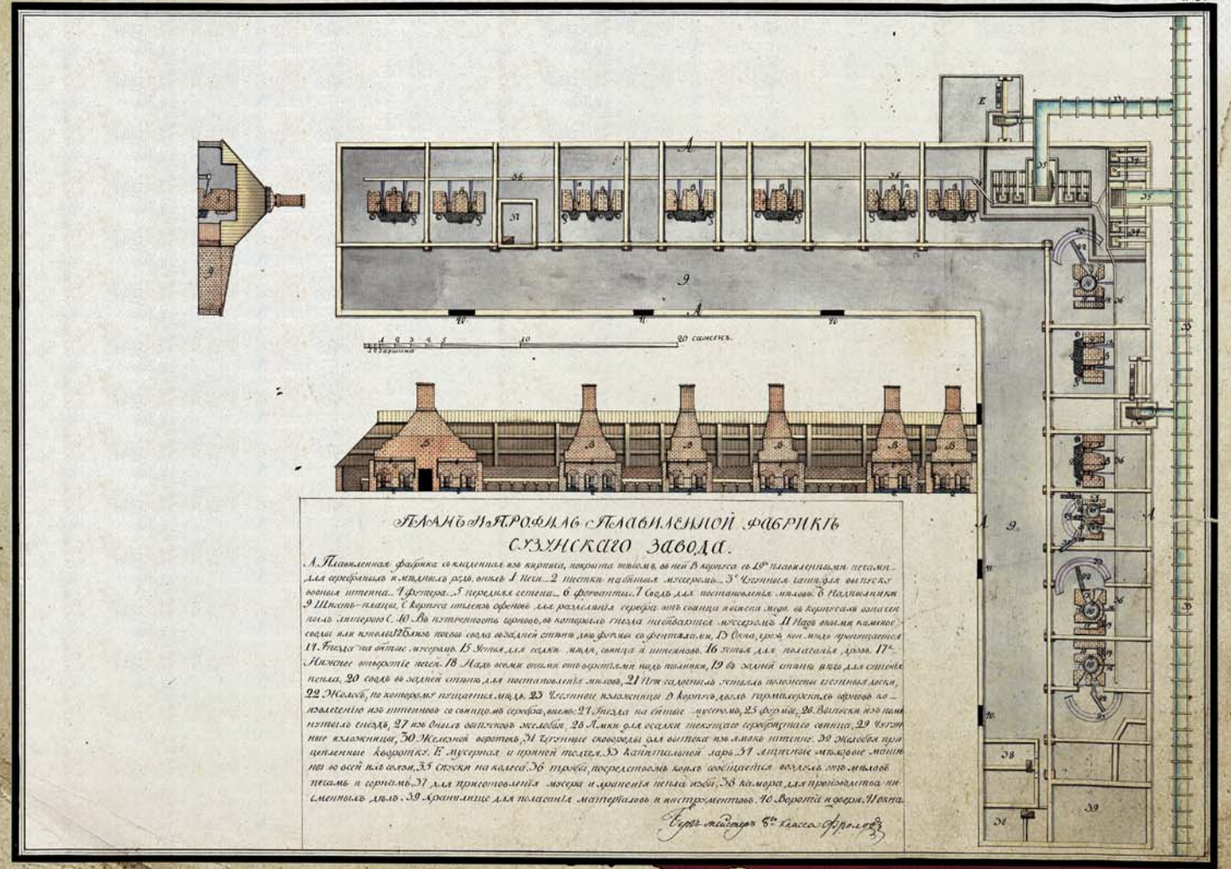
сразу по приезду он работал в Барнаульской чертежной, то есть чисто теоретически он мог изготовить рисунки либо в начале 1798 г., либо в 1801 г.

Утраченный альбом

4 из 5 известных документов имеют одинаковые размеры листа, однотипные рамки вокруг рисованного поля, следы сшивки по левому краю, номера листов в верхнем правом углу (соответственно № 4, 15, 27, 28), все они выполнены в одной



«План всему фабричному и части казенному и партикулярному домовому строению Сузунскаго завода». Лист альбом №15. *Бумага, чернила, тушь, графит, акварель. 57×40 см. РГИА, ф. 485, оп. 5, д. 856, л. 6*

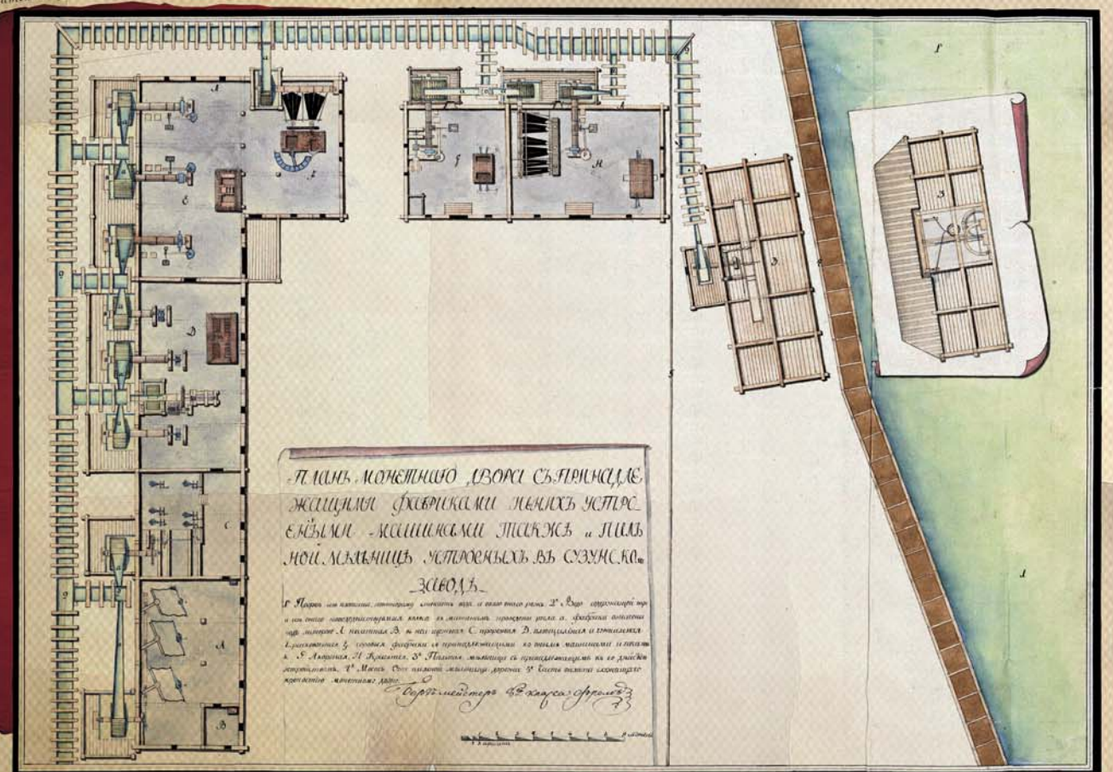


«План и профиль плавиленной фабрики Сузунского завода». Лист альбом № 27. *Бумага, чернила, тушь, графит, акварель. 57×40 см. РГИА, ф. 485, оп. 5, д. 856, л. 28*

стилистике, почерк в легенде и подписи – идентичен. Можно заключить, что некогда они являлись листами одного альбома чертежей. Альбомы чертежей и карт крупных заводских объектов хорошо известны, есть такой альбом и для Сузунского завода, но более позднего времени – середины XIX в. В таком случае, можно предположить, что все известные листы были выполнены одновременно, но это не так. Листы, подписанные Фроловым, явно изготовлены в разное время. Кроме того, что листы № 4, 15 отличаются от листов № 27–28 по цветовому решению и технике исполнения чертежей, в них существуют серьезные разночтения в изображении некоторых строений. При этом это не просто неточности, это изображение одного и того же, но в разное время.

Дело в том, что в мае 1800 г. в Сузунском медеплавильном заводе случилась самая большая природная катастрофа за всю историю его существования. Паводковые воды прибывали так быстро, что сливные прорезы плотины не справлялись со сбросом, вода из плотинного пруда начала перехлестывать гребень плотины и, размыв наиболее уязвимые верхние слои, хлынула на территорию завода. Прибывающая вода затопила всю территорию медеплавильного завода и монетного двора, расположенных в низких местах. На территории заводских корпусов уровень воды доходил до 2 м. Значительная часть гидротехнических сооружений была выведена из строя, некоторые строения, а также расположенное в них оборудование, особенно плавильные печи, были разрушены. Как всегда в ситуациях, когда для восстановления требовались существенные затраты, заводское начальство стремилось воспользоваться ситуацией и по возможности воплотить собственные планы модернизации производства, что и случилось. В ходе восстановительных работ было сделано два существенных изменения, отразившихся в планировке заводской территории. Первое было сделано для более эффективной и экономичной работы медеплавильного завода. Все меха, подающие воздух в печи, и их водноколесные механизмы были заменены двумя цилиндрическими воздуходувными машинами с системой воздуходувных труб. Для этого убрали большую часть водяных колес и засыпали часть водоразводящего ларя, а взамен в центральной части здания построили две воздуходувные машины с отдельными колесами и провели от них трубы ко всем печам. От этого на планах, происходящих после 1800 г. изменилась конфигурация здания: исчез водоразводящий ларь и водоотводной канал, вместо 12 колесных механизмов осталось только 5. Второе изменение было довольно странным и нелогичным, но его осуществили: на месте мучной мельницы, расположенной у стены монетного двора на сливном канале, была выстроена пильная мельница, а ее в свою очередь перенесли на место бывшей пильной мельницы. То есть их просто поменяли местами. Случилось это, скорее всего, из-за того, что в пришедшем из Санкт-Петербурга плане пильная мельница была указана на месте мучной (вероятно из-за ошибки чертежника), а мучной вообще не было. Чтобы не спорить с начальством и не разводить лишнюю переписку, местное руководство просто приняло план к исполнению, а недостающую мельницу построили самостоятельно. Тем не менее, на планах после 1800 г. появились новые объекты.

В общих планах завода: «План всего казенного и партикулярного домового строения Сузунского завода» (№ 4), «План всему фабричному и части казенному и партикулярному домовому строению Сузунскаго завода» (№ 15) – пильная мельница стоит на левом берегу сливного канала, а мучная мельница на правом, рядом с оградой монетного двора. Так мельницы были расположены до наводнения 1800 г. Вдоль всего здания медеплавильной фабрики параллельно плотине изображен водоразводящий ларь, он тоже работал в таком виде до наводнения. То есть эти чертежи были созданы не ранее мая 1800 г. Сравнительный анализ этих чертежей с другими существующими чертежами показал, что они не были оригинальными, то есть не делались с обмеров, а просто перечерчивались с опорой на существующие изображения.



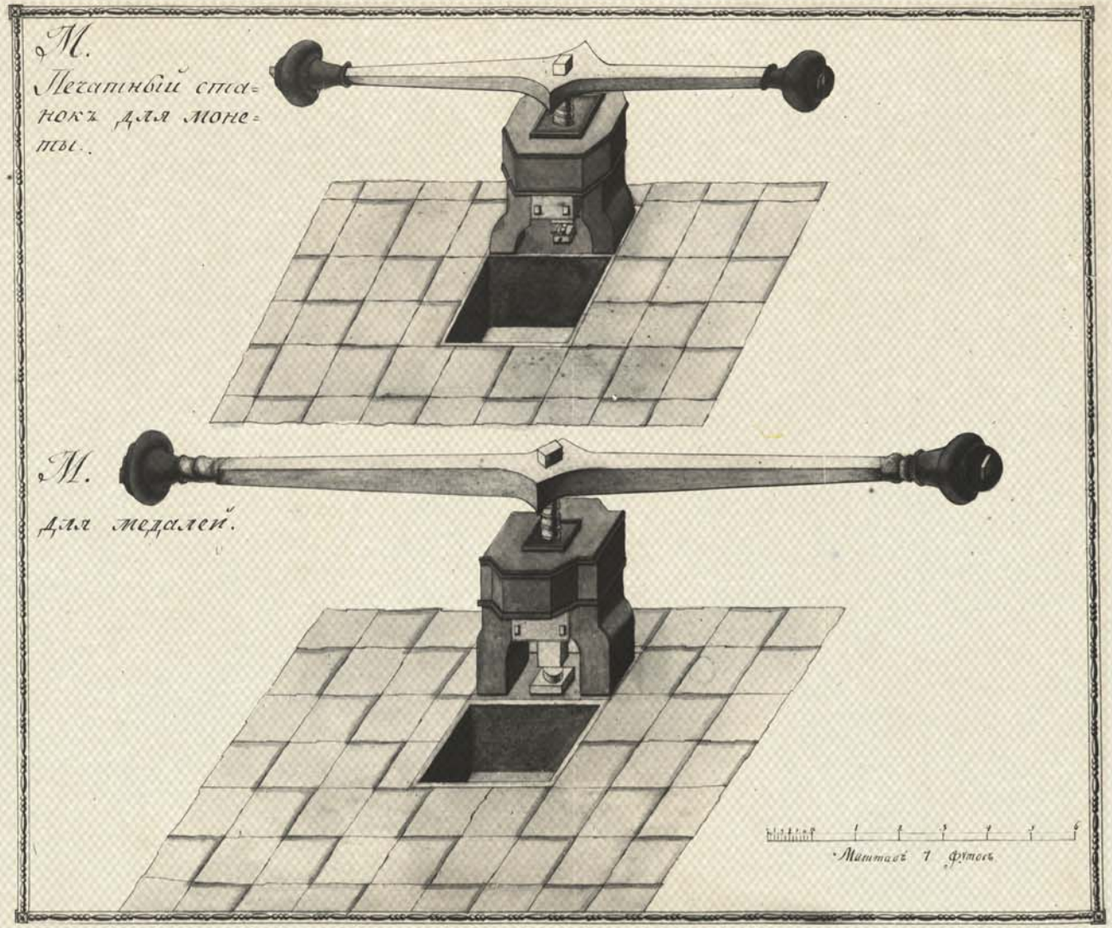
План монетного двора с принадлежащими фабриками и на них устроенными машинами так же пильной мельнице устроенных в Сузунском заводе. Лист альбом №28.
Бумага, чернила, тушь, графит, акварель. 57×40 см. РГИА, ф. 485, оп. 5, д. 856, л. 29

Самым вероятным источником этих чертежей являлся цветной графический рисунок А. Безсонова на котором стоит дата – декабрь 1798. То есть эти чертежи были созданы не ранее декабря 1798 г. и не позднее мая 1800 г.

На «Плане монетного двора с принадлежащими фабриками и на них устроенными машинами также пильной мельнице устроенных в Сузунском заводе» даже в названии видно, что рядом с монетным двором находилась не мучная, а пильная мельница, что свидетельствует о том, что «План монетного двора» (№ 28) был сделан не ранее декабря 1800 г., когда появился план реконструкции завода после наводнения. Также и на «Плане и профиле плавиленной фабрики Сузунского завода» водоразводящий ларь вдоль плотины отсутствует, он оканчивается у угла здания, где расположена воздуходувная машина, заменившая после

МОНЕТНЫЙ ДВОР

Основное здание монетного двора в форме буквы «Г» разделено перегородками на 4 больших цеха, внутри одного из них – отдельное помещение с дверью – счетная. Крупный угловой цех разделен на 2 отделения колоннами. *Печатный цех (под литерой А)* – помещение в торцевой части здания монетного двора. С внешней стороны цеха между стеной и капитальным ларем к стене пристроен колесный ларь с широким колесным колодцем, в котором установлено водяное колесо. На него через длинный водоналивной лоток подается вода. Внутри цеха расположено длинное бревно, соединенное с валом водоналивного колеса. Бревно под действием вала совершает поступательно-возвратные движения вдоль стены. Через специальные кулачки на бревнах закреплены 3 Т-образных поворотных рычага, каждая сторона рычагов соединена натяжным веревочным тросом с маховыми рычагами 3 печатных станов. Маховые рычаги печатных станов поворачиваются на несколько градусов вокруг печатного механизма, силой инерции поднимая и опуская молот со штампом. Сами станы расположены в центре цеха в ряд, на расстоянии достаточном для того, чтобы не мешать работе друг друга.



Печатный стан XVIII в. *Изображение из фондов Новосибирского государственного краеведческого музея, НВФ, 13695/2.*

В торцевом углу цеха напротив водоналивного колеса отделено небольшое помещение – *Счетная (B)*, где происходила сортировка и учет изготовленной монеты.

Прорезной цех (C) – с внешней стороны цеха между стеной и капитальным ларем вплотную к стене пристроен колесный ларь с широким колесным колодцем и водяным колесом. Вал водоналивного колеса соединен цепной передачей с коленчатым валом, передающим усилие на двух горизонтальных прорезных стана с двумя разрезными механизмами каждый, расположенных внутри цеха параллельно друг другу. Кроме них, в цехе установлены также два прорезных стана на ручном приводе.

Плющильный и гуртильный цех (D). С внешней стороны цеха между стеной и капитальным ларем подходит два водоналивных ларя, вплотную к стене здания пристроено два колесных колодца с колесами. На колеса через короткие водоналивные лотки подается вода из водоразводящих ларей. Кроме того, от одного из ларей внутрь здания ведет прямой водоподающий лоток, от которого вода падает прямо на колесо, установленное в специальном колодце внутри цеха.

Внутри цеха вдоль стены установлены: три гуртильных стана с прямыми передачами к трем водяным колесам; плющильная машина, работающая от водяного колеса, расположенного внутри здания. У противоположной стены расположена кирпичная печь (скорее всего, – калильный горн).

Расковочный цех (E). Внутри цеха расположены три расковочных молота, каждый из которых имеет прямой привод от собственного водяного колеса, вдоль колонн стоит каменная печь (скорее всего, – калильный горн).

Соровый цех (литера F). Здесь расположена медеплавильная печь с двумя большими мехами и изложницей, судя по общей конфигурации – шплейзофен. Приводной вал водяного колеса, идущий вдоль стены без всяких приводных механизмов напрямую передает усилие на меха, от них – через прямые трубы воздух подается в печь

В 2011 г. во время археологических раскопок на месте бывшего главного корпуса монетного двора была найдена целая коллекция монетного«сора». Часть была утеряна во время наводнения 1800 г. и других катаклизмов, но некоторые, особенно готовые монетные кружки, были специально спрятаны, то есть, украдены рабочими и закопаны до момента, когда их можно будет вынести с охраняемой территории

МОНЕТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

7 ноября 1781 г. вышел именной указ императрицы Екатерины II, повелевавший: «сибирскую монету впредь не делать, обретя употребляемую на то медь на дело такой монеты, какая делается в Екатеринбурге, с наблюдением, чтоб из пуда меди выходило 16 рублей, по чему и потребно было на тиснение до 400 000 рублей денег 25 349 пуд». С этого момента сузунский монетный двор чеканил монету по 16-ти рублевой стопе, то есть из одного пуда меди должен был напечатать монеты общероссийского образца разного номинала на общую стоимость 16 рублей. 20 июня 1810 г. император Александр I подписал манифест «О новом устройстве монетной системы», который вводил 24-рублевую стопу.

Производство монеты происходило в главном корпусе. Обычно процесс начинался в расковочном цехе, где на больших молотах расковывали медные штыки в полосы определенной толщины. После этого полосы прокатывали на плющильной машине до нужной толщины в плющильном цехе и отправляли в прорезной цех, где стояли 6 станков, вырезающих из полос кружки нужного для каждого номинала монеты диаметра, затем возвращали в гуртильный цех, где сначала отжигали их в специальных сковородах со щелочью на калильном горне, а затем нарезали гурт на гуртильных машинах. Готовые кружки с гуртом поступали в печатный цех, где на них чеканилось изображение. Все готовые отчеканенные монеты поступали в счетную, где их сортировали, отбраковывали, окончательно пересчитывали, паковали в мешки для сдачи на склад.

На каждом этапе возникали отходы: медные осколки штыков, отошедшие части полос, испорченные кружки, оставшиеся части полос после вырубки кружков, монеты с неверно нанесенным гуртом или изображением. Все это называлось «сором» или «мусором», но таковыми ни в коем случае не было. Все остатки тщательно собирались, учитывались, взвешивались и отправлялись в соровый цех на переплавку, после чего процесс повторялся.

наводнения 1800 г. систему водяных колес, раздувающих меха. Следовательно, и этот план был сделан не ранее декабря 1800 г.

Выходит, что планы были сделаны в разное время, при этом первые два – в то время, когда П. К. Фролов, по данным биографов отсутствовал в регионе. При этом известно, что 9 марта 1800 г. в Барнауле умер его отец К. Д. Фролов. Петр Козьмич оставил на надгробном камне отца две эпитафии. На одной из них подпись и дата: «... В знак сыновнего почтения соорудил сей памятник бергмейстер Фролов 1800 года». Значит, в марте 1800 г. он точно находился в Барнауле на похоронах отца. Можно предположить, что он готовился перейти работать в Барнаульскую чертежную (или уже перешел) и начал готовить альбом планов и чертежей Сузунского завода ранней весной 1800 г., когда изготовил листы № 4, 15, и, скорее всего, утерянные листы до № 15, а может быть и еще некоторые. Вероятно, в это же время он сделал и рисунок «Вид Сузунскаго завода» в соответствии с общим планом завода. Остальные чертежи он вычерчивал позже, делая это последовательно. Не исключено, что он прерывался из-за наводнения, и листы № 27—28, и может быть некоторые другие, изготовил позже, когда прошли все работы, предусмотренные планом реконструкции, скорее всего в 1801 г.

Копиист и рисовальщик

Если внимательно сравнивать чертежи Фролова с другими чертежами завода, хорошо видно, что это копии, сделанные в кабинете. Скорее всего, все они были изготовлены в Барнаульской чертежной по имеющимся прототипам. Планы Фролова кажутся более техническими и чистыми, за счет того, что в них отсутствуют

Титульный лист одной из книг библиотеки Колывано-Воскресенских заводов с экслибрисом.
Из фондов Новосибирской государственной областной научной библиотеки, где хранится коллекция КВЗ

топографические знаки местности и лишние детали. За счет применения тени и акварельной размывки они выглядят более современными и «столичными». В то же время эти чертежи не столь точны и топографичны, как прототипы, и намного менее информативны. При этом здесь речь идет не о зафиксированных изменениях в конструкциях и объектах. Скорее это неточности, вызванные ускоренной техникой черчения и невнимательностью к «несущественным» деталям. Так, если на листе № 4 все заводские строения и центральная часть поселка выполнены совершенно точно, то периферия сделана более небрежно. Особенно много неточностей в изображении частных домовладений. Так, в некоторых домах отсутствуют межкомнатные перегородки, некоторые здания вообще забыты. Несущественные с точки зрения чертежника топографические особенности, как то «Болото», «Залив», «Копи», просто не нанесены на план. В листе № 15 вообще много путаницы, связанной с простой механической ошибкой. Автор просто перепутал буквы «В» и «С», обозначающие печи разного типа на плане. При этом легенду он переписал без изменений. В результате получилось, что в обжигальной фабрике он расположил шплейзофены, а в медеплавильной – гармахерские (обжигальные горны), хотя в реальности все было наоборот.

Самый важный с точки зрения истории чертеж П. К. Фролова – «План монетного двора с принадлежащими фабриками, на них устроенными машинами также и пильной мельнице, устроенных в Сузунском заводе». Это единственное подробное изображение монетного двора. Сам монетный двор сделан очень точно, с максимальным количеством деталей и подробностей, видимо, с хорошего прототипа. Но в нем скорее всего не было пильной мельницы, ему пришлось рисовать ее с другого оригинала, как они соединяются Фролов просто не знал, как не знал, как на мельницу подается вода. Он достаточно оригинально вышел из положения: нарисовал пильную мельницу на отдельной врезке (в другом масштабе), а схему подачи воды просто домыслил и показал пунктиром.

МУЗЕИ И БИБЛИОТЕКА

В 1808—1809 гг. П. К. Фролов проделал большую работу по упорядочению казенной библиотеки Колывано-Воскресенских заводов по образу и подобию работы Публичной библиотеки Санкт-Петербурга: разработал правила пользованием, систему организации учета книжных фондов, по которым библиотека обслуживала своих читателей. Он же ввел книжный знак «КВЗ» для книг – «Колывано-Воскресенские заводы». Не исключено, что он сам разработал и нарисовал его.
П. К. Фролов вообще очень много сделал для развития культуры и просвещения в Сибири. Так, им построены первые в Западной Сибири бумажная фабрика и типография, основана первая в Западной Сибири магнитная метеорологическая станция, в Барнауле начато строительство горного госпиталя, училища и богадельни с церковью, обелиска в честь 100-летия горного дела на Алтае.

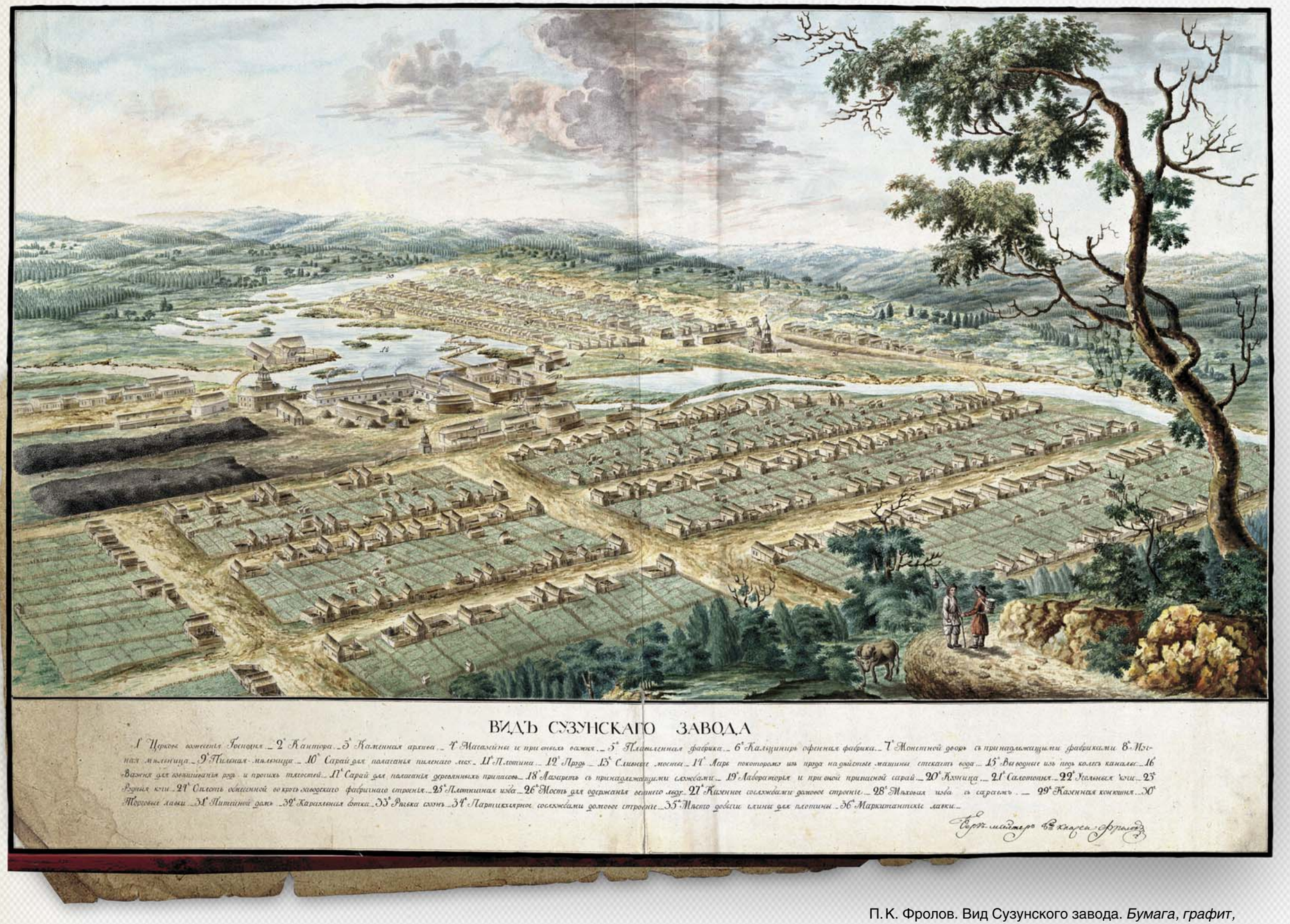
ВИД СУЗУНСКОГО ЗАВОДА

Наиболее известный рисунок завода – художественная панорама с высотной точки под углом в 45 градусов. Изображение очень высокого качества, с четкой прорисовкой деталей, выполнено в прямой световоздушной перспективе, что позволяет изучить внешние особенности производственных и жилых зданий и других видимых объектов, а также получить представление о планировочном решении поселка, пространственной конфигурации и количестве сооружений производственной и селитебной территорий, о конструктивных особенностях и пропорциях сооружений.

На переднем плане справа от зрителя в подражание перспективным пейзажам городов и поселений в стиле классицизма изображен покрытой лесом холм с фигурами двух крестьян и коровы. На этом же холме изображено хвойное дерево с раскидистой кроной, занимающей пространство верхнего правого угла композиции и обрамляющего весь правый край рисунка. Такой высокой точки обзора рядом с Сузуном нет, она вымышлена, также как и холмистый пейзаж заднего плана. Эти детали, а также небо с красивыми летящими облаками – дань художественной моде, приверженцем которой был П. К. Фролов. В этом рисунке много других вымышленных деталей, которые сделаны, чтобы украсить рисунок и сделать его «классическим». Самые видимые из них – башенки на здании заводской конторы и на главных заводских воротах, которых на самом деле не было.

Следует отметить, что изготовление альбомов чертежей – это особый жанр. В них не столько требовалась точность деталей, сколько красота и стиль, поскольку использовались эти изображения не для практической работы, а для отчетности перед далеким Санкт-Петербургским начальством. Как и сейчас, все знали, что начальство, оценив красоту картинки, в детали вникать не будет. «Столичный» стиль П. К. Фролова как нельзя лучше подходил для этих целей.

Может быть, именно после качественно выполненных чертежей и рисунков Сузунского завода началась карьера Петра Козьмича именно в области черчения и картографии, которая стала очень успешной. Так как уже в 1801 г. он стал форстмейстером при Барнаульской чертежной, а с 1811 г. — начальником чертежного департамента горных и соляных дел в Петербурге. Известно также, что он представил в правительство множество лично придуманных и профессионально выполненных проектов и чертежей самых разных объектов и механизмов. Все они отличались четкой «столичной» техникой, которую П. К. Фролов отточил, изготовляя чертежи Сузунского завода, и практически всегда благосклонно принимались начальством.



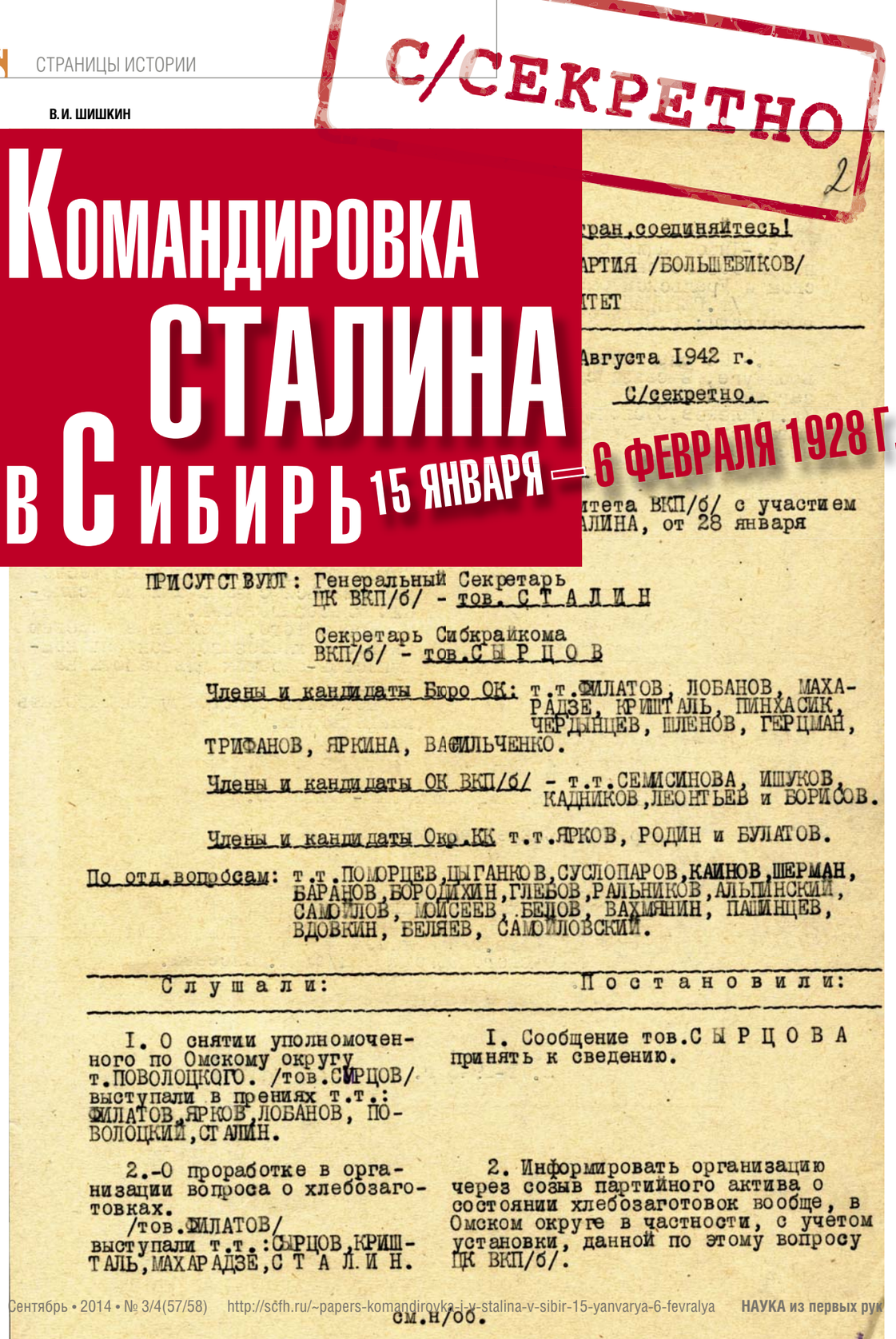
П. К. Фролов. Вид Сузунского завода. *Бумага, графит, акварель. 90×50 см.*
РГИА, ф. 485, оп. 5, д. 856, л. 3

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/budushchiy-gubernator-i-utrachennyy-albom/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

В.И. ШИШКИН

КОМАНДИРОВКА СТАЛИНА В СИБИРЬ

15 ЯНВАРЯ — 6 ФЕВРАЛЯ 1928 Г.



С/СЕКРЕТНО

2

...тран,соединяйтесь!

...АРТИЯ /БОЛЬШЕВИКОВ/

...ИТЕТ

...Августа 1942 г.

С/секретно.

...итета ВКП/б/ с участием ...АЛИНА, от 28 января

ПРИСУТСТВУЮТ: Генеральный Секретарь ЦК ВКП/б/ - тов. С Т А Л И Н

Секретарь Сибкрайкома ВКП/б/ - тов. С Ы Р Ц О В

Члены и кандидаты Бюро ОК: т.т. ФИЛАТОВ, ЛОБАНОВ, МАХАРАДЗЕ, КРИШТАЛЬ, ПИНХАСИК, ЧЕРДЫНЦЕВ, ШЛЕНОВ, ГЕРЦМАН, ТРИФАНОВ, ЯРКИНА, ВАСИЛЬЧЕНКО.

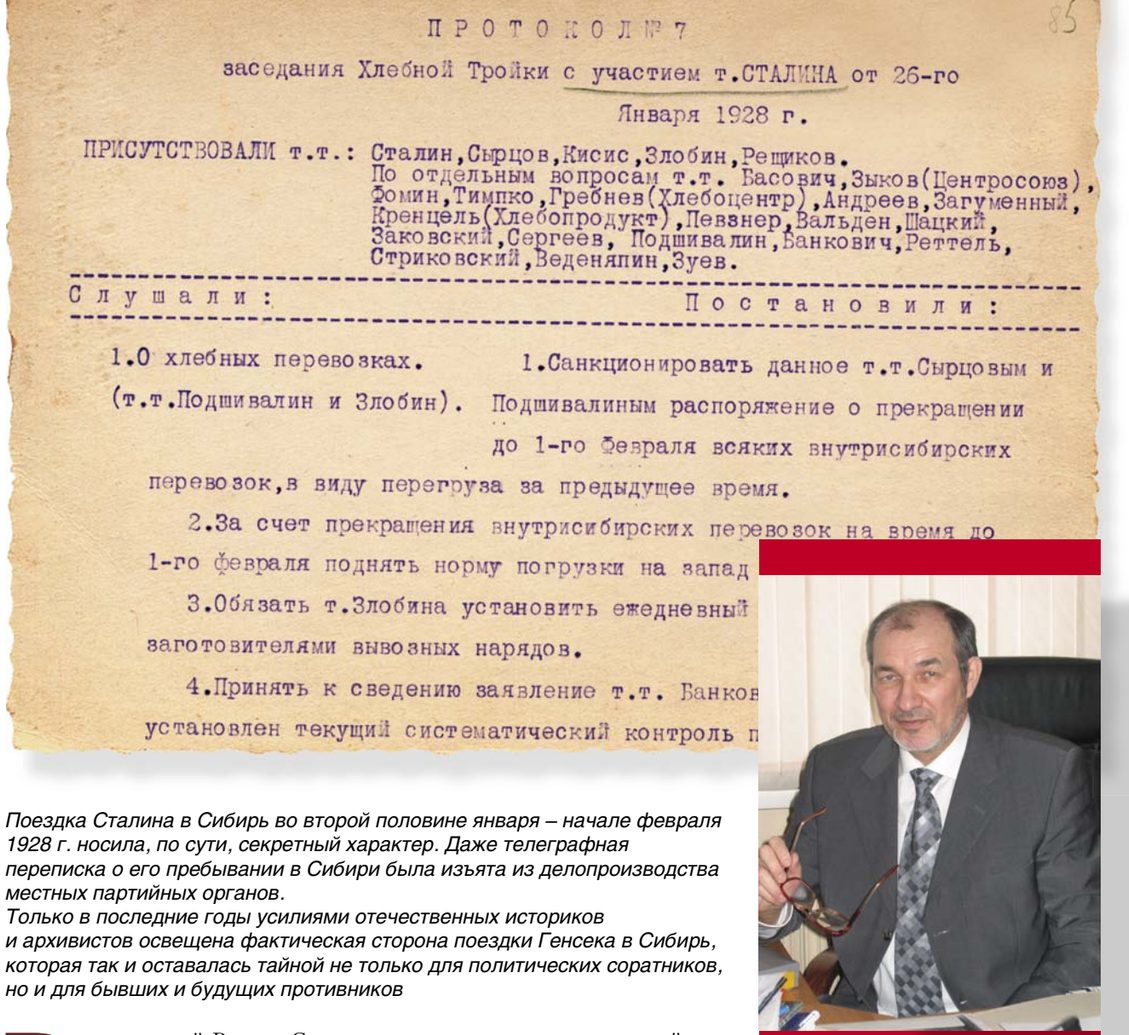
Члены и кандидаты ОК ВКП/б/ - т.т. СЕМИСИНОВА, ИШУКОВ, КАДНИКОВ, ЛЕОНТЬЕВ и БОРИСОВ.

Члены и кандидаты Окр.КК т.т. ЯРКОВ, РОДИН и БУЛАТОВ.

По отд.вопросам: т.т. ПОМОРЦЕВ, ЦЫГАНКОВ, СУСЛОПАРОВ, КАИНОВ, ШЕРМАН, БАРАНОВ, БОРОДИХИН, ГЛЕБОВ, РАЛЬНИКОВ, АЛЬПИНСКИЙ, САМОЙЛОВ, МОИСЕЕВ, БЕДОВ, ВАХМЯНИН, ПАШИНЦЕВ, ВДОВКИН, БЕЛЯЕВ, САМОЙЛОВСКИЙ.

Слушали:	Постановили:
I. О снятии уполномоченного по Омскому округу т.ПОВОЛОЦКОГО. /тов.СЫРЦОВ/ выступали в прениях т.т.: ФИЛАТОВ, ЯРКОВ, ЛОБАНОВ, ПОВОЛОЦКИЙ, СТАЛИН.	I. Сообщение тов.С Ы Р Ц О В А принять к сведению.
2.-О проработке в организации вопроса о хлебозаготовках. /тов.ФИЛАТОВ/ выступали т.т.: СЫРЦОВ, КРИШТАЛЬ, МАХАРАДЗЕ, С Т А Л И Н.	2. Информировать организацию через созыв партийного актива о состоянии хлебозаготовок вообще, в Омском округе в частности, с учетом установки, данной по этому вопросу ЦК ВКП/б/.

см.н/об.



ПРОТОКОЛ №7

85

заседания Хлебной Тройки с участием т.СТАЛИНА от 26-го Января 1928 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ т.т.: Сталин, Сырцов, Кисис, Злобин, Рещиков. По отдельным вопросам т.т. Басович, Зыков (Центросоюз), Фомин, Тимпко, Гребнев (Хлебоцентр), Андреев, Загуменный, Кренцель (Хлебопродукт), Левзнер, Вальден, Шацкий, Заковский, Сергеев, Подшивалин, Банкович, Реттель, Стриковский, Веденяпин, Зуев.

Слушали:	Постановили:
1.О хлебных перевозках. (т.т.Подшивалин и Злобин).	1.Санкционировать данное т.т.Сырцовым и Подшивалиным распоряжение о прекращении до 1-го Февраля всяких внутрисибирских перевозок, в виду перегруза за предыдущее время.
	2.За счет прекращения внутрисибирских перевозок на время до 1-го февраля поднять норму погрузки на запад
	3.Обязать т.Злобина установить ежедневный заготовителями вывозных нарядов.
	4.Принять к сведению заявление т.т. Банков установлен текущий систематический контроль п

Поездка Сталина в Сибирь во второй половине января – начале февраля 1928 г. носила, по сути, секретный характер. Даже телеграфная переписка о его пребывании в Сибири была изъята из делопроизводства местных партийных органов.
Только в последние годы усилиями отечественных историков и архивистов освещена фактическая сторона поездки Генсека в Сибирь, которая так и оставалась тайной не только для политических соратников, но и для бывших и будущих противников

В современной России Сталин является одним из популярнейших политических деятелей XX в. и в то же время остается в числе наиболее загадочных фигур, относительно которой в исторической литературе и в общественном мнении существуют диаметрально противоположные точки зрения.

Первый феномен имеет довольно простое объяснение. Именно за время пребывания Сталина на вершине властной пирамиды Советский Союз превратился из преимущественно аграрной страны в мощную индустриально-аграрную державу, сыгравшую главную роль в разгроме фашистской Германии и вышедшую по основным показателям экономического развития на второе место в мире. Совершенно естественно, что в общественном сознании и в исторической памяти эти результаты воспринимаются как выдающиеся достижения, связываются с именем Сталина и объясняются проводимой им политикой.

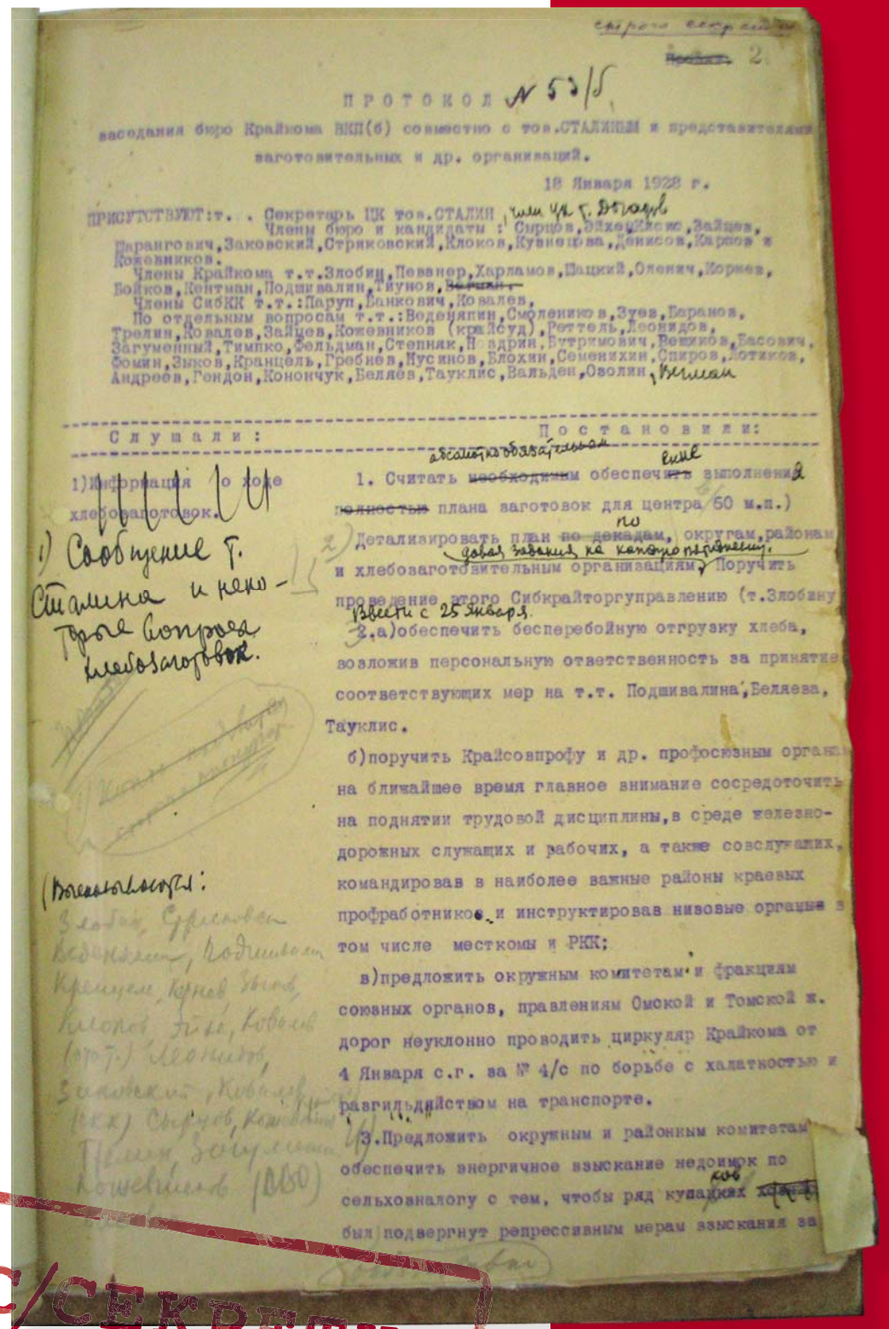
Что же касается неоднозначности оценок личности Сталина, то она обусловлена многими факторами, среди которых прежде всего необходимо

Документ об участии Сталина в заседании Омского окружкома ВКП(б) 28 января 1928 г. *РГАСПИ, ф.558, оп.4, д.610, л.2*

Протокол заседания Хлебной тройки с участием т. Сталина от 26 января 1928 г. *РГАСПИ, ф. 558, оп.11, д.121, л.85*

ШИШКИН Владимир Иванович – доктор исторических наук, заведующий сектором истории общественно-политического развития Института истории СО РАН (Новосибирск), профессор Новосибирского национального исследовательского государственного университета, выпускник Новосибирского государственного университета (1970)

Ключевые слова: Сталин, ВКП(б), Сибирь, хлебозаготовки, крестьяне, кулак, спекулянт, репрессии, троцкисты.
Key words: Stalin, VKP(b), Siberia, grain procurement, peasants, kulak, speculator, purges, Trotskyists



ПРОТОКОЛ № 53/5

заседания бюро Крайкома ВКП(б) совместно с тов. СТАЛИНЫМ и представителями заготовительных и др. организаций.

18 Января 1928 г.

ПРИСУТСТВУЮТ: т. . Секретарь ЦК тов. СТАЛИН, Члены бюро и кандидаты: Сырцов, Эйхе, Кисис, Зайцев, Шарангович, Заковский, Стриковский, Клоков, Кузнецова, Денисов, Карпов и Кожевников.

Члены Крайкома т.т. Злобин, Певзнер, Харламов, Шацкий, Оленич, Коркев, Бойков, Кентман, Подшивалин, Тиунов, ~~Вегман~~

Члены СибКК т.т.: Паруп, Банкович, Ковалев,

По отдельным вопросам т.т.: Веденяпин, Смоленцов, Зуев, Баранов, Трелин, Ковалев, Зайцев, Кожевников (крайсуд), Реттель, Леонидов, Загуменный, Тимпко, Фельдман, Степняк, Ноздрин, Бутримович, Вешиков, Басович, Фомин, Зыков, Кранцель, Гребнев, Нусинов, Блохин, Семенихин, Спиров, Лотиков, Андреев, Гендон, Конончук, Беляев, Тауклис, Вальден, Озолин, Вегман

Слушали:

1) Информация о ходе хлебозаготовок.

1) Сообщение т. Сталина и некоторые вопросы хлебозаготовок.

Постановили:

1. Считать ~~необходимым~~ абсолютно обязательным обеспечить выполнение ~~полностью~~ плана заготовок для центра 50 м.п.)

2) Детализировать план ~~по декадам~~ по, округам, районам и хлебозаготовительным организациям, давая задания на каждую пятидневку. Поручить проведение этого Сибкрайторгуправлению (т. Злобину Ввести с 25 января.

3. а) обеспечить бесперебойную отгрузку хлеба, возложив персональную ответственность за принятие соответствующих мер на т.т. Подшивалина, Беляева, Тауклис.

б) поручить Крайсовпрофу и др. профсоюзным органам на ближайшее время главное внимание сосредоточить на поднятии трудовой дисциплины, в среде железнодорожных служащих и рабочих, а также совслужащих, командировав в наиболее важные районы краевых профработников и инструктировав низовые органы в том числе месткомы и РКК;

в) предложить окружным комитетам и фракциям союзных органов, правлениям Омской и Томской ж. дорог неуклонно проводить циркуляр Крайкома от 4 Января с.г. за № 4/с по борьбе с халатностью и разгильдяйством на транспорте.

3. Предложить окружным и районным комитетам обеспечить энергичное взыскание недоимок по сельхозналогу с тем, чтобы ряд кулаков ~~хозяев~~ был подвергнут репрессивным мерам взыскания за

С/СЕКРЕТНО

Первая страница подлинника протокола заседания бюро Сибкрайкома ВКП(б) 18 января 1928 г. с участием И.В. Сталина *ГАНО, ф.П-2, оп.4, д.24, л.26*

Участники совещания партийно-советского руководства Барнаульского, Бийского и Рубцовского округов 22 января 1928 г. (в центре – И.В. Сталин, справа от него – С.И. Сырцов, слева – секретарь Барнаульского окружкома ВКП(б) В.Н. Кузнецов) *ГАНО, ф.П-11796, оп.1, д.19.*

назвать противоречивость его характера и совершение поступков, не поддающихся однозначному рациональному объяснению. Серьезные трудности в изучении биографии Сталина всегда существовали из-за «закрытости» вождя. Они продолжают оставаться также из-за отсутствия, ограниченности или недоступности источников, содержащих информацию о его реальных взглядах и мотивах поведения.

Сталин – «наше все»?!

Одним из «белых пятен» сталинской биографии долгое время являлась его командировка в Сибирь, которая состоялась во второй половине января – начале февраля 1928 г. Обращает на себя внимание такая ее особенность: по сути дела, командировка носила секретный характер. О поездке Сталина ни по ходу ее осуществления, ни позднее не сообщалось ни в центральной, ни в местной периодической печати. Более того, почти вся телеграфная переписка, содержащая информацию о пребывании Генерального секретаря ЦК ВКП(б) в Сибири, была изъята из делопроизводства местных партийных органов. Совершенно очевидно, что такие ограничения мог ввести только сам Сталин, руководствуясь серьезными, в его понимании, соображениями.

Лишь небольшая часть материалов, относящихся к поездке Сталина в Сибирь, с санкции самого вождя была впервые опубликована в собрании его сочинений через два десятилетия. Судя по всему, публикация этого материала двадцать лет спустя стала возможной потому, что содержащаяся в нем информация утратила свою

политическую остроту и в выгодном свете представляла Генсека. Возможно, что данное обстоятельство является своеобразной подсказкой, которая поможет понять подлинные причины сталинской поездки в Сибирь.

Отсутствие доступных сведений о командировке Сталина в Сибирь долгое время было основной причиной того, что она не находила отражения в трудах отечественных и зарубежных авторов, занимавшихся изучением биографии вождя. Лишь с конца «перестройки» это «белое пятно» российской истории стало постепенно устраняться усилиями отечественных архивистов и историков. В результате к настоящему времени в первом приближении выяснена фактическая сторона данного события, высказаны соображения о том, почему и с какой целью Сталин совершил сибирский вояж, почему именно в Сибирь он поехал в это время, а также каких результатов Генсек в итоге этой поездки добился.

Сталин: «Мне поручено помочь вам в деле выполнения плана хлебозаготовок»

Сталин выехал из Москвы 15 января 1928 г. спецпоездом и вечером 17 числа прибыл в Новосибирск. По вопросу о причинах сталинской командировки в Сибирь в литературе можно встретить разные точки зрения. В ряде публикаций высказаны наивно-простодушные объяснения этой поездки, воспроизводящие официальную версию, в соответствии с которой по решению Политбюро ЦК ВКП(б) от 12 января 1928 г. Сталин был вынужден поехать в Сибирь вместо внезапно заболевшего С. Г. Орджоникидзе.

Такая версия не выдерживает критики. Она свидетельствует о том, что ее авторы совершенно не понимают ни личности Сталина, ни той роли, которую уже в то время он играл в Коммунистической партии и в Советском Союзе. Для объяснения подлинных мотивов поведения Сталина исследователи должны исходить из того, что Сталин, став Генеральным секретарем ЦК ВКП(б), ни за кого, ни вместо кого ничего и никогда не делал. Он делал исключительно то, что считал необходимым для себя и для СССР. Причем в понимании самого Сталина со времени избрания на высший партийный пост его личные интересы все теснее переплетались с государственными, что придавало отдельным сталинским решениям противоречивый характер, а большинству поступков – колоссальный импульс и гигантскую мотивацию.

Ближе к истине те историки, которые причиной визита Сталина в Сибирь называют в одних случаях затруднения, в других – кризис хлебозаготовок. Однако признать такое объяснение исчерпывающим нельзя. В таком случае Сталин должен был бы надолго поменять свою кремлевскую прописку на провинциальную, поскольку продовольственный вопрос являлся «ахиллесовой пятой» Советского Союза в течение всех семи десятилетий его существования.

В то же время представляется верным высказанное в литературе предположение о том, что во время поездки в Сибирь Сталин, по всей видимости, «хотел не только организовать давление с целью добиться от крестьян сдачи хлеба, но и посмотреть, как отреагирует на чрезвычайные меры в большинстве своем крестьянская по составу сибирская партийная организация, каков будет отклик в деревне в целом».

По нашему мнению, круг проблем, которые решал Сталин в ходе сибирской командировки, был шире, а то обстоятельство, что она носила секретный характер, наводит на мысль о том, что главная из них лежала не на поверхности и находилась отнюдь не в экономической, а в политической плоскости. И искать главную причину поездки Сталина в Сибирь, скорее всего, нужно в области внутрипартийной борьбы того времени.

Съезд постановил, а ЦК жестко требует

Напомним, что на состоявшемся 2–19 декабря 1927 г. XV съезде ВКП(б) Сталину и его сторонникам удалось завершить, если воспользоваться сталинскими же формулировками, идейный и организационный разгром троцкизма. Одним из ключевых вопросов, по которому шла дискуссия накануне съезда и на самом съезде, была политика партии по отношению к деревне, к крестьянству. Л. Д. Троцкий и ряд его сторонников критиковали партийный курс, проводимый Сталиным и его окружением, с «левых» позиций. В том числе они предлагали обсудить вопросы о перераспределении государственного бюджета в пользу промышленности за счет деревни, о форсированном наступлении на кулачество, о возможности «принудительного займа» у крестьянства для ускоренного развития промышленности.

Эти предложения оппозиции встретили решительный отпор со стороны сталинского руководства ВКП(б). В частности, член Политбюро ЦК В. М. Молотов, выступавший на XV съезде с докладом по вопросу о работе в деревне, говорил: «Предложение о „займе“ – прямой срыв всей политики партии, всей политики нэпа. Поэтому тот, кто теперь предлагает нам эту политику принудительного займа, принудительного изъятия 150–200 млн пудов хлеба, хотя бы у десяти процентов крестьянских хозяйств, т. е. не только у кулацкого, но и у части середняцкого слоя деревни, то, каким бы добрым желанием ни было это предложение проникнуто, – тот враг рабочих и крестьян, враг союза рабочих

ПРАВДА

Орган Центральн. Ком. и Московск. Ком. В.К.П.(б).

№ 39 (3871). Среда, 15 февраля 1928 г. ЕЖЕДНЕВНАЯ ГАЗЕТА. № 39 (3871).

СЕГОДНЯ В НОМЕРЕ:

Первые итоги хлебозаготовительной кампании и задачи партии.

VIII с'езд металлистов.

Не проспи!

Первая страница газеты «Советская Сибирь» от 27 января 1928 г.

СОВЕТСКАЯ СИБИРЬ

Ежедневная газета Сибирского ВКП(б), Сибирского Краевого Комитета Советов, Новосибирского Окрисполкома ВКП(б) и Облисполкома.

№ 23 (246) Пятница, 27 января 1928 год.

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

КРОЙТЕ КУЛАКА СОВЕТСКИМИ ЗАКОНАМИ

972 ОШТРАФОВАННЫХ

НЕЛЬЗЯ ЗАБЫВАТЬ ИНТЕРЕСОВ БЕДНОТЫ

РАСКРЫТА ПОДПОЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КУЛАКОВ, ЗАНИМАВШИХСЯ СПЕКУЛЯЦИЕЙ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

Закон

Кулаком по кулаку

В ТИСКАХ „ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ“

ВОЛКИ В ОВЕЧЬЕЙ ШКУРЕ

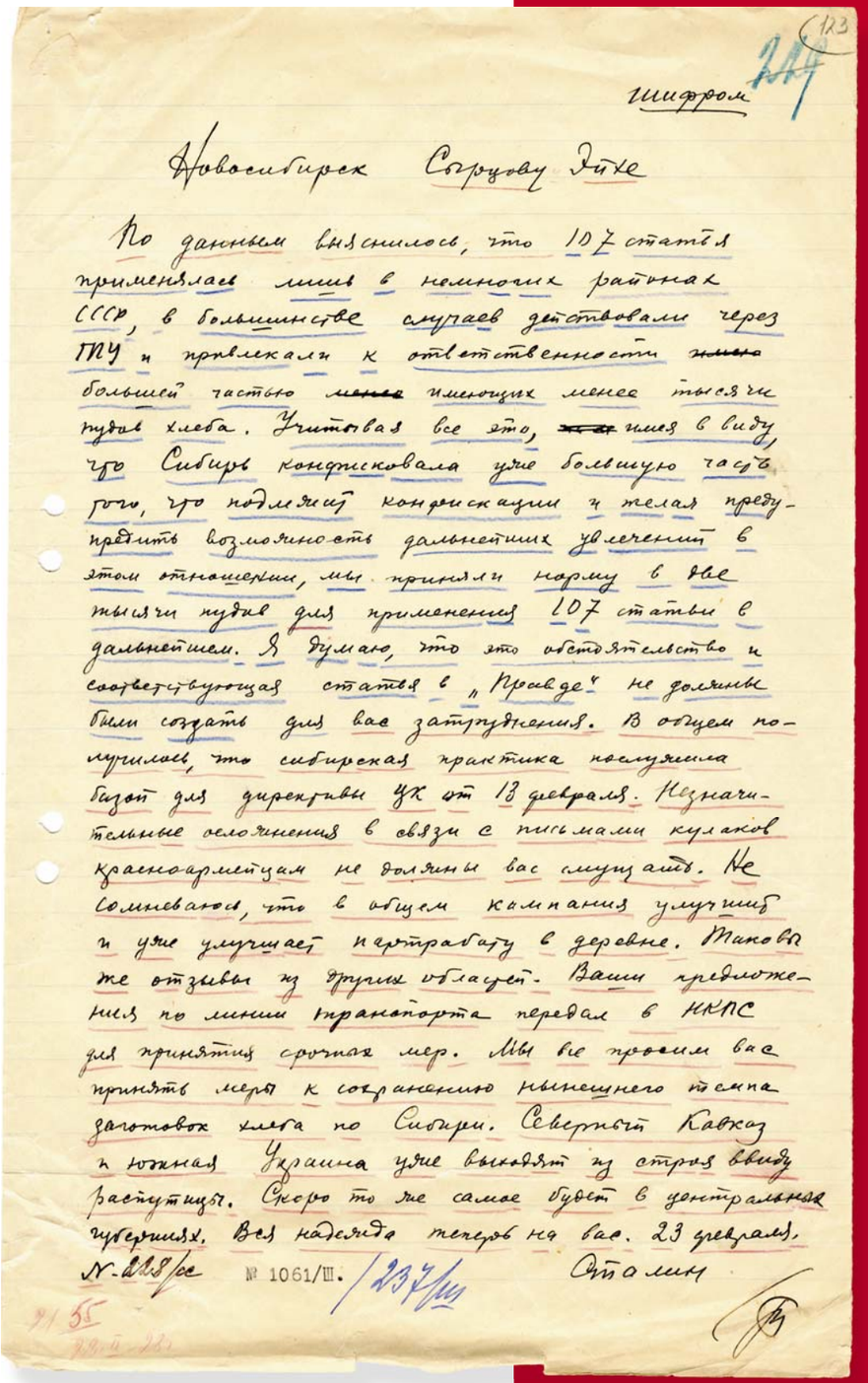
Газета «Правда», 15 февраля 1928 г. Передовая статья, написанная И. В. Сталиным

и крестьян, тот ведет линию на разрушение Советского государства». Причем это заявление Молотова удостоилось сталинской реплики «Правильно!».

Решения XV съезда ВКП(б) по вопросам о политике партии в деревне и о крестьянстве также были выдержаны во взвешенных формулировках. Более того, в директивах по составлению пятилетнего плана народного хозяйства прямо говорилось о неприемлемости метода резкого усиления налогового обложения деревни, «поскольку он касается не кулака, а всей массы крестьянства».

Однако уже во второй половине декабря 1927 – первой половине января 1928 г. ЦК ВКП(б), основываясь на отставании темпов хлебозаготовок в текущую операционную кампанию по сравнению с предыдущей и с плановыми заданиями, дал на места несколько жестких директив по активизации заготовок. Неудовлетворительный темп заготовок ЦК объяснял совокупностью разнородных причин, но и прежде всего тем, что кулаки и спекулянты сознательно задерживают продажу хлеба государству в расчете на повышение цен на него.

Исходя из такой оценки ситуации, ЦК ВКП(б) потребовал от местных партийных организаций применить в отношении кулаков и спекулянтов, саботировавших продажу хлеба заготовителям, «особые репрессивные меры», не указывая, однако, конкретно, какие органы и на основании каких законов должны их осуществлять.



Шифром

Новосибирск Сырцову Эйхе

По данным выяснилось, что 107 статья применялась лишь в немногих районах СССР, в большинстве случаев действовали через ГПУ и привлекали к ответственности ~~много~~ большей частью ~~менее~~ имеющих менее тысячи пудов хлеба. Учитывая все это, ~~что~~ имея в виду, что Сибирь конфисковала уже большую часть того, что подлежит конфискации и желая предупредить возможность дальнейших увлечений в этом отношении, мы приняли норму в две тысячи пудов для применения 107 статьи в дальнейшем. Я думаю, что это обстоятельство и соответствующая статья в „Правде" не должны были создать для вас затруднения. В общем получилось, что сибирская практика послужила базой для директивы ЦК от 13 февраля. Незначительные осложнения в связи с письмами кулаков красноармейцам не должны вас смущать. Не сомневаюсь, что в общем кампания улучшит и уже улучшает перетрабатку в деревне. Таковы же отзывы из других областей. Ваши предложения по линии транспорта передал в НКПС для принятия срочных мер. Мы все просим вас принять меры к сохранению нынешнего темпа заготовок хлеба по Сибири. Северный Кавказ и южная Украина уже выходят из строя ввиду распутицы. Скоро то же самое будет в центральных губерниях. Вся надежда теперь на вас. 23 февраля.

Сталин

№ 1061/Ш.

Телеграмма И.В. Сталина С.И. Сырцову и Р.И. Эйхе от 23 февраля 1928 г.
РГАСПИ, ф.558, оп.11, д.35, л.123

Сибирская делегация на XIV съезде РКП(б) (Москва, декабрь 1925 г.). В первом ряду в центре сидят партийно-советские руководители Сибирского края С.В. Косиор (пятый слева) и Р.И. Эйхе (шестой слева).
ГАНО, ф.П-11796, оп.1, д.28

В лексиконе цековских директив появились такие диссонирующие с мирной обстановкой и уже ставшие постепенно забываться термины, как «фронт» и «крепость», напоминавшие об эпохе гражданской войны и «военного коммунизма».

Сырцов: «Нужны какие-то добавочные меры»

В конце 1927 – начале 1928 г. партийно-советское руководство Сибири, чтобы поправить положение с хлебозаготовками и реагируя на директивы Центра, проделало большую работу. На протяжении месяца вопрос о хлебозаготовках не сходил с повестки дня высших органов края. Они разработали широкий комплекс мер преимущественно экономического характера, проведение которых в жизнь должно было изменить неблагоприятную ситуацию. Но при этом местным органам власти разрешалось включать в арсенал средств активизации хлебозаготовок «все необходимые меры вплоть до применения репрессий».

12 января 1928 г. для непосредственного наблюдения за ходом хлебозаготовок и руководства ими на месте в Барнаульский и Рубцовский округа, имевшие самые большие излишки зерна и плановые задания, выехал первый секретарь Сибкрайкома ВКП(б) С.И. Сырцов. Через четыре дня он вернулся из командировки и доложил о ее результатах на заседании бюро Сибкрайкома. Главный вывод, который Сырцов сделал по итогам своей поездки, был такой: ряд местных работников склоняется к тому, что для достижения перелома в хлебозаготовках одних экономических мер недостаточно, необходимо дополнить их административно-политическим нажимом и даже прямыми репрессиями. «Низовые работники, – утверждал Сырцов, – уже к этому подходили, правда, ощупью, очень осторожно, боясь, как бы им не нагорело, но они уже ставили вопрос [о том], что надо как-то подтянуть кулака-спекулянта».

По итогам этой информации Сырцова была подготовлена и немедленно отправлена по телеграфу всем секретарям окружных комитетов ВКП(б) Сибири, а также отделам ОГПУ наиболее «хлебных» округов секретная директива Сибкрайкома № 101/с. В ней

предлагалось в целях преодоления сопротивления кулачества в сдаче хлеба и ликвидации выжидательных настроений мощных слоев деревни, намеревающихся использовать хлебные затруднения для спекуляции, взвинчивания цен и укрепления своих позиций, в главных хлебозаготовительных районах выбрать от четырех до десяти явно кулацких хозяйств, враждебных Советской власти, располагающих большими запасами хлеба, составленными в значительной мере путем укрытия объектов обложения, скупки и сдачи в аренду сельскохозяйственных машин, и привлечь их к ответственности как злостных спекулянтов с конфискацией хлеба.

Таким образом, накануне прибытия Сталина в Новосибирск местное партийно-советское руководство пришло к выводу, что главным препятствием ходу хлебозаготовок являются кулаки. Поэтому оно поспешно решило осуществить тайную спецоперацию против кулачества, нанеся по нему точечные удары силами ОГПУ. Причем краевому руководству удалось отдать эту директиву на места до приезда Сталина, что позволило ему минимизировать упреки со стороны Генсека в пассивности и неспособности употребить власть в интересах строительства социализма.

Сталин: «У нас прав и власти – сколько хочешь...»

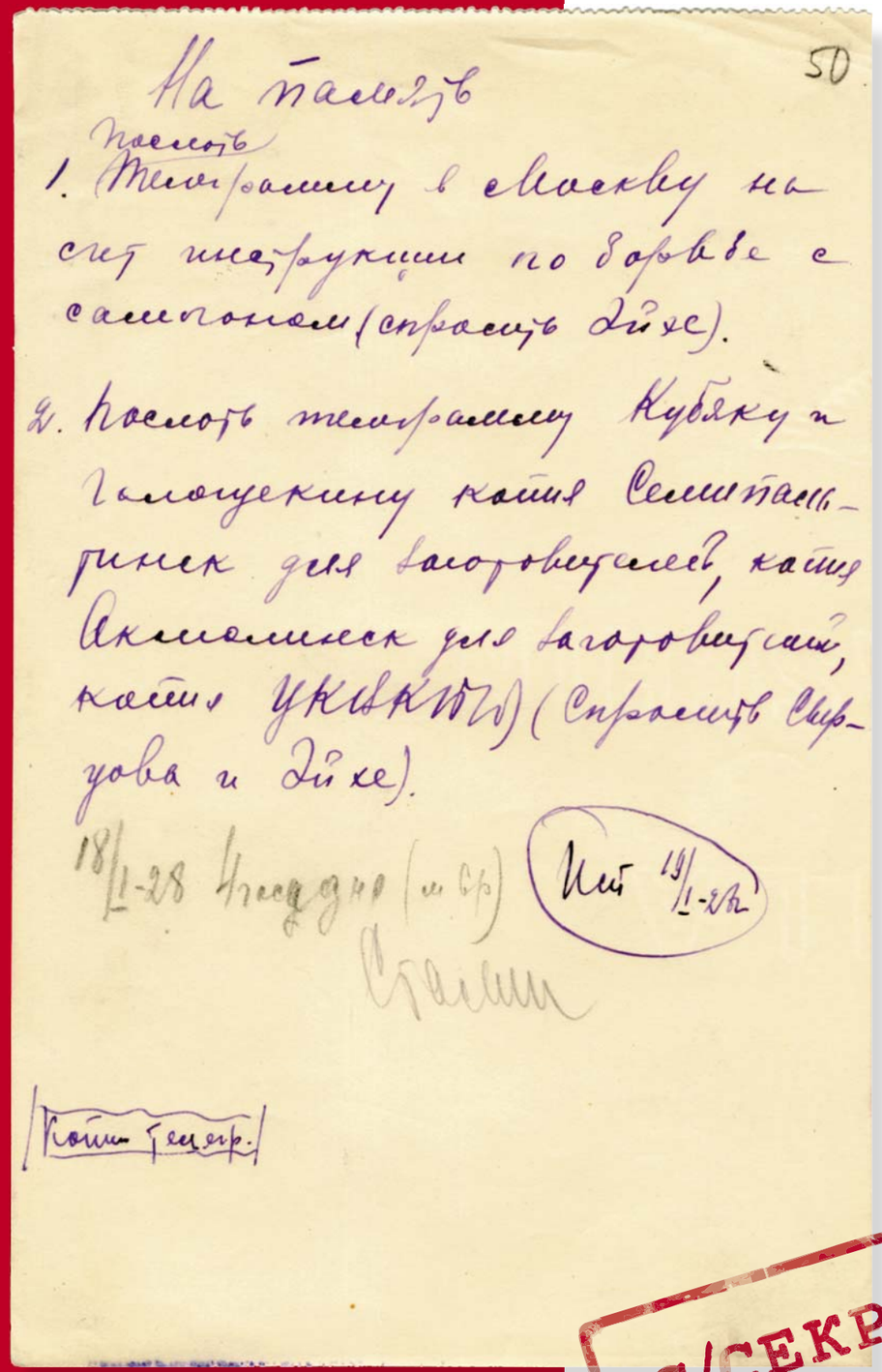
Совершенно очевидно, что Сибирь в качестве места командировки была выбрана Сталиным не случайно, а с учетом всего комплекса характеризующих ее положение обстоятельств. Не подлежит сомнению, что Генсек отправился в Сибирь в полной уверенности, что сможет обеспечить перелом в ходе хлебозаготовок и тем самым продемонстрирует всем своим соратникам и противникам не только то, как нужно работать, но и то, кто есть кто в ВКП(б).

За 17 дней пребывания в Сибири Сталин посетил Новосибирск, Барнаул, Рубцовск, Омск и Красноярск. Он принял участие примерно в полутора десятках разного рода инициированных им заседаний и совещаний, посвященных главным образом хлебозаготовкам. На этих мероприятиях Генсек вел себя в основном внешне спокойно и даже доброжелательно, но на самом деле очень активно, предельно жестко, а иногда даже агрессивно. Как правило, он выступал с главным докладом или с заключительным словом, внимательно слушал выступавших, отвечал на вопросы и сам задавал их, участвовал в прениях, делал комментарии и довольно часто бросал реплики. Но это не был диалог равноправных партнеров. Сталин слушал не для того, чтобы принять взвешенное решение. Собственное решение у него уже давно имелось. Заседания и совещания Генсеку были нужны прежде всего для того, чтобы убедить партийно-советских руководителей Сибирского края и окружной актив в правильности своей оценки причин срыва плана хлебозаготовок и мер, которые надлежало срочно принять, чтобы преодолеть возникший кризис. Но еще более сложная и важная задача заключалась в том, чтобы заставить всех этих людей немедленно начать решительно действовать в соответствии с его указаниями.

Срыв плана хлебозаготовок Сталин объяснял рядом причин. Важнейшей из них Генсек называл ошибки, допущенные самой ВКП(б), от ЦК до местных комячеек. «Я повторяю, – говорил он 22 января на совещании в Барнауле, – основную причину нужно искать в нас самих, в наших организациях, а также и в том, что мы дали кулаку и спекулянту разгуляться, взвинчивать цены и создавать выжидательное положение».

Выход из ситуации Сталин видел в том, чтобы «нажать на это дело по-большевистски». Тех коммунистов, которые были не способны сделать это, он потребовал исключить из партии и привлечь к ответственности по 105 статье Уголовного кодекса. «Я думаю, – рассуждал он, – что основной результат из всех хороших результатов, которые могут последовать за нашими действиями, состоит в том, что мы на этой горячке проверяем стойкость и качество наших собственных организаций: и партийных, и советских, и кооперативных. Вот тут-то и скажется, кто коммунист на деле, а кто коммунист на словах».

Особенно большое значение для сибиряков имело требование Сталина широко применять 107 статью Уголовного кодекса РСФСР к кулакам не только за повышение цен на товары путем их скупки и сокрытия, как разрешал закон, но и за «невыпуск» на рынок, за отказ от продажи собственного хлеба, чего в законе прописано не было. Благодаря рекомендации Сталина, разъяснял сомневающимся и колеблющимся товарищам по партии инновацию Генсека пришедший в восторг от такой подсказки Сырцов, в практику хлебозаготовок в Сибири было внесено «очень существенное дополнение – это элемент революционной законности». «Мы, – самокритично признавался Сырцов, – было пошли по линии чисто ГПУ-вских мер, не учтя достаточной необходимости создать этот антураж законности».


На память 50
1. Послать телеграмму в Москву на счет инструкции по борьбе с самогоном (спросить Эйхе).
2. Послать телеграмму Кубяку и Голощекину копия Семипалатинск для хлебозаготовителей, копия Акмолинск для хлебозаготовителей, копия ЦК ВКП(б) (Спросить Сырцова и Эйхе).
18/I-28 Наждано (и Ср)
Сталин
Коп. Генсек.

Памятная записка И. В. Сталина от 18 января 1928 г.: «На память:
1. Послать телеграмму в Москву на счет инструкции по борьбе с самогоном (спросить Эйхе). 2. Послать телеграмму Кубяку и Голощекину копия Семипалатинск для хлебозаготовителей, копия Акмолинск для хлебозаготовителей, копия ЦК ВКП(б) (Спросить Сырцова и Эйхе)».
РГАСПИ, ф.558, оп.11, д.121, л.50

С/СЕКРЕТНО

Другими словами, вместо тайной чекистской спецоперации Сталин предложил легализировать и даже широко афишировать в печати антикулацкую акцию, придав ей внешне законный характер за счет принципиально иной трактовки 107 статьи Уголовного кодекса. Тем самым Генсек санкционировал массовое беззаконие и произвол. Всего лишь месяц спустя после завершения работы XV съезда ВКП(б) он единолично произвел резкую коррекцию курса партии в деревне, фактически взяв на вооружение предложения троцкистов, ранее неоднократно публично отвергнутые руководством ВКП(б).

Поведение Генсека являлось грубейшим нарушением партийных норм и традиций. В результате нажима Сталина краевой, окружной и районный аппараты сибирской партийной организации почти безоговорочно приняли и стали проводить в жизнь его установки, продемонстрировав верность не решениям высшего органа партии – ее съезда, а указаниям Генерального секретаря ЦК. На десятки рядовых коммунистов, на сотни советских и кооперативных работников, проявивших пассивность или уклонявшихся от выполнения сталинских директив, на тысячи сибирских крестьян, не желавших продавать свой хлеб по заниженным государственным ценам, обрушился вал репрессий, дополненный самоуправством и самодурством карательных органов и разного рода уполномоченных. Произведенный административный нажим основная масса сибирской деревни восприняла как отказ от новой экономической политики и возврат к политике «военного коммунизма».

Преображенский: «Сделанный ЦК поворот есть новый политический факт огромного значения»

Троцкисты, подавляющее большинство которых к тому времени уже находилось в политической ссылке, довольно быстро и очень живо отреагировали сибирский кульбит Сталина, информацию о котором они получили из передовой статьи в газете «Правда», опубликованной 15 февраля 1928 г. Знавшие стиль Кобы без труда догадались, кто являлся автором этого текста. Вот что писал находившемуся в Алма-Ате Троцкому один из его ближайших сподвижников, бывший секретарь ЦК РКП(б) Е. А. Преображенский: «Читали ли Вы передовицу в „Правде“ от 15 февраля? Если не читали, то прервите чтение этого письма и отыщите передовицу, потому что не хочу беседовать и тратить время с людьми, безнадежно отставшими от века» (Хогтонская библиотека Гарвардского университета, bMS Russ 13. T-1594).

Однако в оценке того, что осуществили в начале 1928 г. Генсек и его окружение в крестьянском вопросе, троцкисты существенно разошлись. Одни сторонники Троцкого называли сталинские меры всего лишь «очередным маневром, очередным зигзагом», «левым зигзагом», другие склонялись к тому, что Сталин берет «последовательный левый курс», обусловленный обострением классовой борьбы в деревне (См., например: Хогтонская библиотека Гарвардского университета, bMS Russ 13. T-1273, T-1281, T-1303, T-1326, T-1452, T-1462 и многие др.).

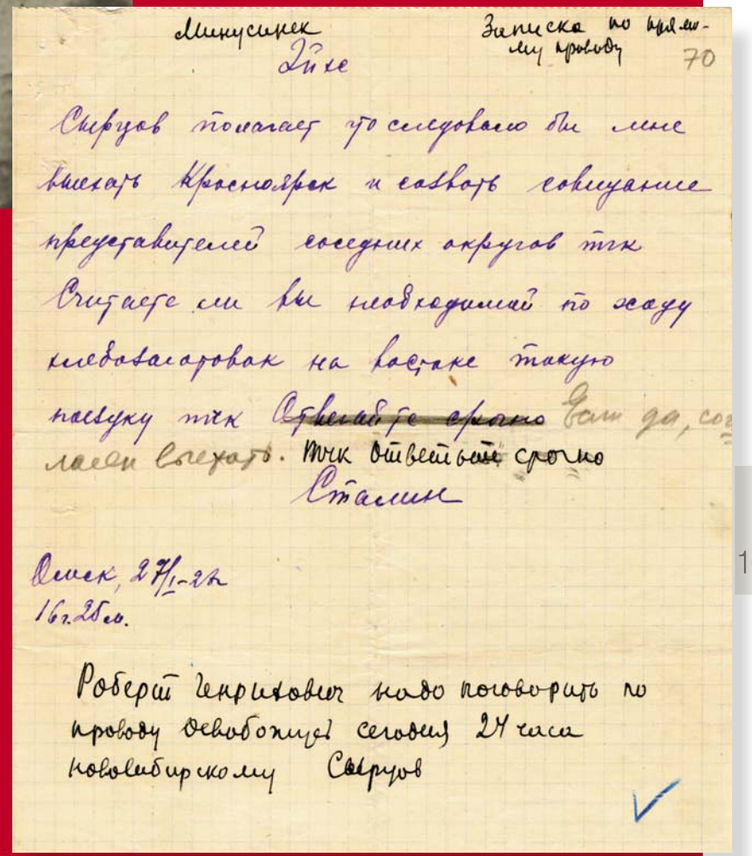
Сам Троцкий квалифицировал поведение Сталина как эпигонство, как политику «эпигонского самодурства», как «политический эмпиризм», как «непоследовательный, противоречивый, но все же несомненный шаг в нашу сторону, т. е. на правильный путь» (Лев Троцкий. Письма из ссылки (1928). М., 1995, с.14–17, 44–47). Несмотря на существенные разногласия в оценке сталинской политики, почти все троцкисты были согласны поддержать ее.

Результаты поездки Сталина исследователи оценивают по-разному, но видят их исключительно в изменении политики ВКП(б) в крестьянском вопросе и сводят в основном к выработке и апробации системы чрезвычайных мер, которые в дальнейшем были использованы в ходе массовой коллективизации.

На наш взгляд, главный результат командировки Сталина в Сибирь заключался все же совсем в другом. По итогам этой поездки Сталин смог сделать вывод о своем реальном политическом весе в партии. Сибирский вояж убедительно показал Сталину, что он является уже не только формальным лидером ВКП(б), которому активнее и дольше, чем кому-либо другому, аплодировали на съезде партии, но и обладает достаточной силой для того, чтобы по сути дела единолично принимать и проводить в жизнь любые акции, даже вопреки решениям съезда. А такая самооценка открывала совершенно новые перспективы и возможности как лично перед Сталиным, так и перед СССР в целом. В принципе теперь Генсек мог спокойно начинать новый раунд внутрипартийной борьбы и единолично формулировать новый генеральный курс ВКП(б), не скрываясь, посылать НЭП «к черту», загонять большинство крестьян в колхозы, а недовольных и неугодных – расселять, ссылать и расстреливать.

Но Сталин взял небольшой временной интервал для того, чтобы завершить борьбу с повергнутым Троцким и дополнительно укрепить свои позиции. Видимо, большинство сторонников Троцкого, посчитавших «антикулацкую кампанию» Сталина не «исключительно сибирским экзотическим делом» (выражение Л. С. Сосновского, Хогтонская библиотека Гарвардского университета, bMS Russ. T-1144), было уверено, что рано или они понадобятся руководству ВКП(б)

Р. И. Эйхе – профессиональный революционер, большевик с 1905 г. До октябрьской революции – один из руководителей латышских большевиков. В Сибири работал с 1923 г: занимал последовательно должности председателя Сибпродкома, заместителя председателя Сибревкома, председателя Сибкрайисполкома, секретаря Сибирского и Западно-Сибирского крайкомов ВКП(б), первого секретаря Новосибирского обкома партии. С октября 1937 г. – нарком земледелия СССР, кандидат в члены Политбюро ВКП(б). В 1938 г. арестован. В 1940 г. расстрелян



Минусинск
Эйхе

Записка по прямому проводу 70

Сырцов полагает что следовало бы мне выехать Красноярск и созвать совещание представителей соседних округов тчк Считаете ли вы необходимой по ходу хлебозаготовок на востоке такую поездку тчк ~~Ответьте срочно~~ Если да, согласен выехать. Тчк Ответьте срочно
Сталин

Омск, 27/I-28 г.
16 ч. 25 м.

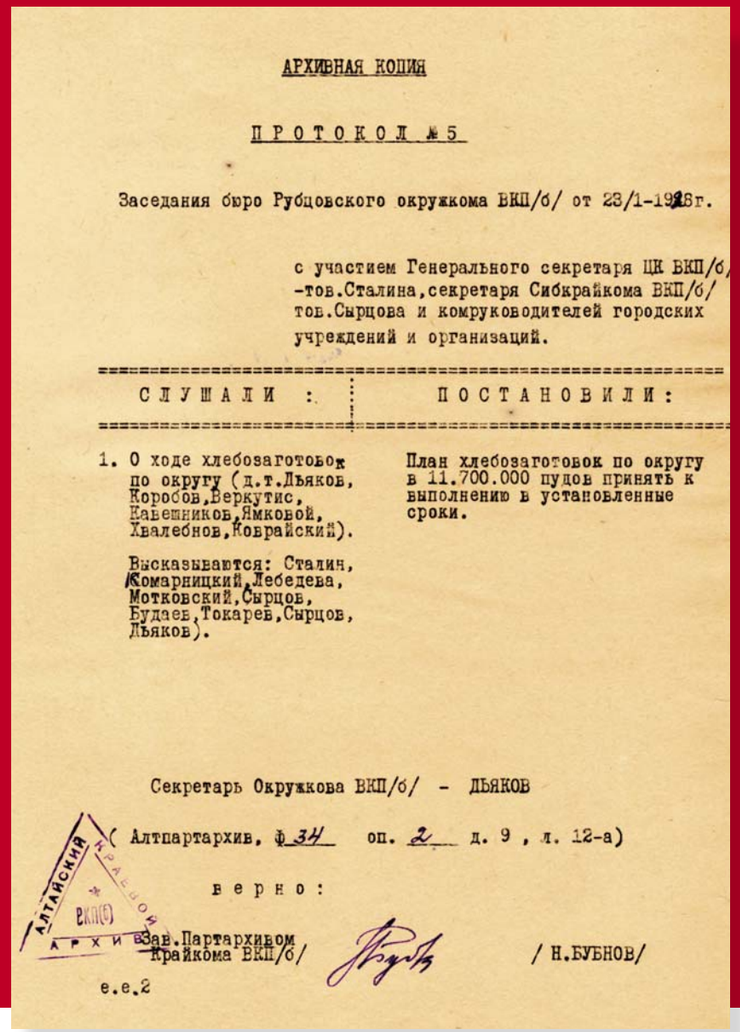
Роберт Генрихович надо поговорить по проводу освобожусь сегодня 24 часа новосибирскому Сырцов

Записка по прямому проводу И. В. Сталина (Омск) Р. И. Эйхе (Минусинск) от 27 января 1928 г.: «Сырцов полагает, что следовало бы мне выехать [в] Красноярск и созвать совещание представителей соседних округов тчк Считаете ли вы необходимой по ходу хлебозаготовок на востоке такую поездку тчк Если да, согласен выехать. Тчк Ответьте срочно». «Роберт Генрихович[,] надо поговорить по проводу освобожусь сегодня [в] 24 часа [по] новосибирскому[.] Сырцов». *РГАСПИ, ф. 558, оп. 11, д. 119, л. 70*

для проведения «левого» курса, и надеялось, что вскоре ЦК партии их амнистирует и даже призовет к работе.

Вот что писал один из таких идеалистов: «Борьба с кулаком – не маневр, а результат обострения классовых противоречий, будет иметь последствия, и, несмотря на все помои, которыми нас поливают, мы должны [его] приветствовать <...>. Было бы большой слепотой не видеть всего этого из[-за] злобы нас к Сталину и что нас трахнули. Сдвиг этот есть результат и нашей борьбы и обострения классовых противоречий. Его надо поддержать <...>. Я не имею никаких иллюзий насчет того, что начинающийся сдвиг приведет механически к нашему возврату в партию» (Хогтонская библиотека Гарвардского университета, bMS Russ 13. T-1178). В таких настроениях и прогнозах была своя логика: ведь именно троцкисты лучше, чем кто-либо другой, могли проводить в жизнь курс Троцкого.

В то же время наиболее неустойчивые соратники Троцкого не стали ждать милостей от ЦК, а воспользовались сибирским «сигналом» Кобы для того, чтобы самим подать покаянные письма с просьбой разрешить им вернуться в ряды ВКП(б). В числе наиболее быстро сориентировавшихся в новой ситуации оказались такие крупные политические фигуры, как И. В. Вардин (Мгеладзе), Г. Л. Пятаков, С. А. Саркис, Г. И. Сафаров. Примиренческими настроениями и поведением части своих сторонников лидер сталинской оппозиции Троцкий был серьезно ослаблен.



АРХИВНАЯ КОПИЯ

ПРОТОКОЛ №5

Заседания бюро Рубцовского окружкома ВКП/б/ от 23/1-1928г.

с участием Генерального секретаря ЦК ВКП/б/ -тов.Сталина, секретаря Сибкрайкома ВКП/б/ тов.Сырцова и комруководителей городских учреждений и организаций.

СЛУШАЛИ :	ПОСТАНОВИЛИ:
1. О ходе хлебозаготовок по округу (д.т.Дьяков, Коробов, Веркутис, Кавешников, Ямковой, Хвалебнов, Коврайский).	План хлебозаготовок по округу в 11.700.000 пудов принять к выполнению в установленные сроки.

Высказываются: Сталин, Комарницкий, Лебедева, Мотковский, Сырцов, Будаев, Токарев, Сырцов, Дьяков).

Секретарь Окружкома ВКП/б/ - ДЬЯКОВ

(Алтпартархив, ф 34 оп. 2 д. 9 , л. 12-а)

верно:

Зав.Партархивом Крайкома ВКП/б/ / Н.БУБНОВ/

Алтайский краевой архив ВКП(б)

е.е.2

Копия протокола заседания Рубцовского окружкома ВКП(б) 23 января 1928 г. с участием И. В. Сталина.
РГАСПИ, ф. 558, оп. 4, д. 604, л. 1

Сибирская делегация на XVI Всесоюзной партийной конференции, 27 апреля 1929 г.
ГАНО, ф. П-11796, оп. 1, д. 30

В то же время в лице перебежчиков из стана Троцкого Сталин получил хорошее подкрепление для нового раунда внутрипартийной борьбы. Возвращенные в партию бывшие «левые» могли стать лучшими бойцами в борьбе с теми, кого Сталин наметил зачислить в ряды «правых»: с Н. И. Бухариным, А. И. Рыковым, М. П. Томским и др.

Следовательно, без всякого преувеличения можно утверждать, что поездка Сталина в Сибирь прошла в высшей степени успешно. С одной стороны, Генсек продемонстрировал всей партии, как должно вести хлебозаготовки в «кулацкой» Сибири и добиваться необходимых результатов. С другой – секретная цель его вояжа в Сибирь, являвшаяся главной, была достигнута. Но она осталась тайной как для политических соратников, так и для бывших и будущих противников. Более того, многие троцкисты были введены в заблуждение, за что вскоре они в очередной раз поплатились.

Литература

Демидов В. В. Хлебозаготовительная кампания 1927/28 г. в сибирской деревне // Актуальные проблемы истории советской Сибири. Сб. научн. тр. Отв. ред. В. И. Шишкин. Новосибирск, 1990.

Демидов В. В., Угроватов А. П. Неизвестный визит // Земля Сибирь. 1992. № 1.

Иконникова И. П., Угроватов А. П. Сталинская репетиция наступления на крестьянство // Вопросы истории КПСС. 1991. № 1.

Косачев В. Г. Накануне коллективизации. Поездка И. В. Сталина в Сибирь // Вопросы истории. 1998, № 5.

Павлова И. В. Поездка Сталина в Сибирь. Почему в Сибирь? // ЭКО. 1995. № 2.

Серебренников С. В. Посещение И. В. Сталиным Красноярска в 1928 году. (Опыт историографического анализа и архивных разысканий) // ЭКО. 2003. № 4.

Hughes J. Stalin, Siberia and the Crisis of the New Economic Policy. Cambridge, 1991.

Исследование выполнено на средства гранта Российского научного фонда (проект №14-18-01725)

С/СЕКРЕТНО

Д. Г. СИМОНОВ

О РОЛИ ЧИНОПРОИЗВОДСТВА в поражении БЕЛОЙ АРМИИ

Революция 1917 г. привела к краху российской государственности, вакууму власти и распаду ранее существовавшей системы общественно-политических и социально-экономических отношений.
Безвозвратные потери на фронтах гражданской войны, террор в отношении мирного населения, массовые эпидемии и беспрецедентная по своим масштабам эмиграция поставили Россию на грань демографической катастрофы. Гражданская война, несомненно, является одной из самых трагичных страниц отечественной истории.
Но, с другой стороны, на фоне всенародной трагедии на развалинах старого режима рождалась новая государственность. Появлялись лидеры, готовые брать на себя ответственность за судьбы Отечества. Это было время, когда бывшие присяжные поверенные без какого-либо административного опыта вставали во главе правительств, а лица, никогда не бывавшие на военной службе, становились главнокомандующими. Дух Наполеона витал над Россией и многих, кто примеривался к треуголке великого корсиканца, ввергал в гибельные авантюры, а некоторых – подвигал на свершения, достойные памяти потомков

Слева сверху-вниз: погоны чинов 4-го Уфимского артиллерийского дивизиона, погоны чинов 1-го Средне-Сибирского армейского корпуса. *Реконструкция К. Новикова.*

Вверху слева-направо: погоны чинов 25-го Екатеринбургского адмирала Колчака полка горных стрелков, погоны и нарукавный шеврон чинов 2-й ударной бригады, погоны чинов 13-й Сибирской стрелковой дивизии, погоны чинов Образцовой егерской дивизии.
Реконструкция А. Каревского

Ключевые слова: гражданская война, Белая армия, чинопроизводство, адмирал Колчак.
Key words: White Army, Russian Civil War, promotion in rank, Admiral Kolchak

© Д.Г. Симонов, 2014

СИМОНОВ Дмитрий Геннадьевич – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института истории СО РАН (Новосибирск), доцент кафедры отечественной истории НГУ.
Сфера научных интересов: военная история России в XX в. Автор и соавтор более 80 научных работ, в том числе монографии «Белая Сибирская армия в 1918 году»
Выпускник гуманитарного факультета НГУ 1993 г.

В колхозе. Первый курс

«...Среднюю школу я закончил в г. Болотное Новосибирской области, а студентом гуманитарного факультета НГУ стал в 1988 г., сразу после службы в рядах тогда еще Советской армии. Учеба в университете меня не разочаровала: здесь было все – общение с друзьями, участие в научных конкурсах, командировки в московские архивы и даже… женитьба!

Преподавателем, во многом определившим мою дальнейшую жизнь в науке, стал мой научный руководитель диплома (а впоследствии и диссертации) профессор В. И. Шишкин. Именно он заразил меня интересом к военной истории России в XX в. Тема моего университетского диплома звучала так: «Антибольшевистские вооруженные формирования на востоке России в период гражданской войны (1918–1920 гг.)». Этой теме я остался верен до сих пор.

После окончания НГУ работаю в Институте истории СО РАН, а по совместительству – еще и на кафедре отечественной истории НГУ и в ряде других вузов. Конечно, говорить о больших заработках не приходится, но тем, кто реально занимается научной работой, грех жаловаться на маленькую зарплату, да и заниматься гуманитарными науками в век информационных технологий стало куда более комфортно и продуктивно. Моя профессия – это мое хобби, да ведь и сама наука, как говорят, это «возможность удовлетворять собственное любопытство за казенный счет».

Хотя и власти сегодня проявляют явный интерес к гуманитарным областям знания. Думаю, это связано с полным игнорированием их ранее, следствием чего во многом стали просчеты во внутренней и внешней политике»

Новосибирский госуниверс.
СТУДЕНЧЕСКИЙ БИЛЕТ № 881176
Фамилия Симонов
Имя Дмитрий
Отчество Геннадьевич
Факультет гуманитар.
Форма обучения дневное
Дата выдачи 21.09.88
Ректор

Гражданская война была прежде всего борьбой за возрождение российской государственности, и основное противостояние в этом отношении возникло между двумя главными силами: с одной стороны – большевиками, с другой – военно-политической группировкой, традиционно именуемой белым движением. Исход этой борьбы зависел в том числе от способности противоборствующих сторон создать систему продвижения на руководящие посты волевых, энергичных и талантливых работников, то есть, говоря современным языком, выработать оптимальную систему вертикальной и горизонтальной мобильности.

Солдаты революционной армии

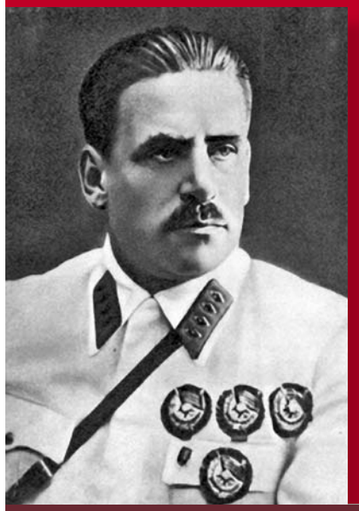
В этом отношении большевики действовали решительно, отбрасывая прочь старые нормы и традиции. Декретом Совнаркома РСФСР от 11(24) ноября 1917 г. все существовавшие в России сословия, титулы и гражданские чины упразднялись, а для всего населения устанавливалось одно общее наименование – граждане Российской республики. Декретом от 16(29) декабря 1917 г. все чины и звания в армии, начиная с ефрейторского и кончая генеральским, также упразднялись. Армия Российской республики отныне должна была состоять «из свободных и равных друг другу граждан, носящих почетное звание солдат революционной армии» (Декреты Советской власти. Т. I. 25 октября 1917 г. – 16 марта 1918 г. М., 1957. С. 72, 243).

Благодаря упразднению чинов и званий большевики приобрели широкий кадровый потенциал для выдвижения на руководящие посты лиц, харизматичность и прирожденная талантливость которых зачастую компенсировала недостаток у них специальных знаний и отсутствие служебного стажа. Например, М. В. Фрунзе, никогда прежде не служивший в армии, в рабоче-крестьянской Красной армии (РККА) сразу занял должность командующего, вскоре стал главнокомандующим войсками Восточного, а затем Южного фронта, а завершил свою карьеру на посту народного комиссара по военным и морским делам и председателя Революционного военного совета Республики.

Подпоручик старой армии М. Н. Тухачевский до вступления в командование 1-й армией советского Восточного фронта ранее ничем никогда не командовал. Тем не менее возглавляемые им 1-я, а затем и 5-я красные армии добились немалых успехов в борьбе с белогвардейцами, а выдающиеся военные способности Тухачевского обусловили его дальнейший карьерный рост до должности главнокомандующего войсками фронта. В то время как в Белой армии будущий советский маршал вряд ли смог бы дослужиться до подполковничьего чина и должности батальонного командира.

В. И. Чапаев, завершивший службу в старой армии в звании фельдфебеля, в РККА занял генеральскую, по прежним меркам, должность командира дивизии. В Белой армии Василий Иванович лишь теоретически мог рассчитывать на производство за боевые отличия в чин прапорщика и последующее повышение до подпоручика и поручика. В должностном отношении эти чины соответствовали младшему офицеру роты, а максимально – ротному командиру. Такие же служебные перспективы, в случае службы у белых, были и у рядового старой армии В. К. Блюхера. В РККА он командовал дивизией, а затем стал военным министром Дальневосточной республики и главнокомандующим ее Народно-революционной армией.

Эти примеры подтверждают известное высказывание немецкого военного теоретика и историка Карла фон Клаузевица – «Военное дело просто и вполне доступно здравому уму человека».

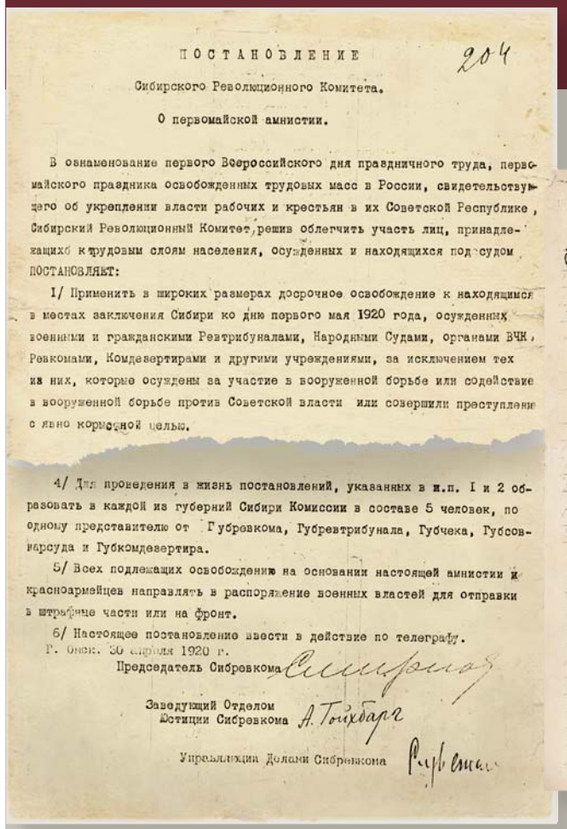


Василий Константинович Блюхер.
Public domain

Михаил Васильевич Фрунзе.
Public domain

Михаил Николаевич Тухачевский.
Public domain

Василий Иванович Чапаев.
Public domain



ПОСТАНОВЛЕНИЕ 204

Сибирского Революционного Комитета.

О первомайской амнистии.

В ознаменование первого Всероссийского дня праздничного труда, первомайского праздника освобожденных трудовых масс в России, свидетельствующего об укреплении власти рабочих и крестьян в их Советской Республике, Сибирский Революционный Комитет, решив облегчить участь лиц, принадлежащих к трудовым слоям населения, осужденных и находящихся под судом ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1/ Применить в широких размерах досрочное освобождение к находящимся в местах заключения Сибири ко дню первого мая 1920 года, осужденных военными и гражданскими Ревтрибуналами, Народными Судами, органами ВЧК, Ревкомами, Комдезертирами и другими учреждениями, за исключением тех из них, которые осуждены за участие в вооруженной борьбе или содействие в вооруженной борьбе против Советской власти или совершили преступление с явно корыстной целью.

4/ Для проведения в жизнь постановлений, указанных в п.п. I и 2 образовать в каждой из губерний Сибири Комиссии в составе 5 человек, по одному представителю от Губревкома, Губревтрибунала, Губчека, Губсовнарсуда и Губкомдезертира.

5/ Всех подлежащих освобождению на основании настоящей амнистии и красноармейцев направлять в распоряжение военных властей для отправки в штрафные части или на фронт.

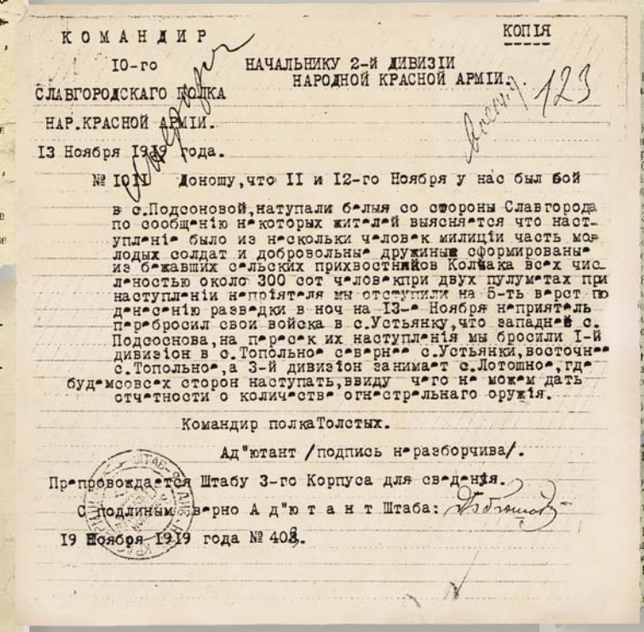
6/ Настоящее постановление ввести в действие по телеграфу.

Г. Омск. 30 апреля 1920 г.

Председатель Сибревкома

Заведующий Отделом Юстиции Сибревкома А. Тойхбарг

Управляющий Делами Сибревкома



КОМАНДИР 10-го СЛАВГОРОДСКАГО ПОЛКА НАР. КРАСНОЙ АРМИИ.

КОПІЯ

НАЧАЛЬНИКУ 2-й ДИВИЗІИ НАРОДНОЙ КРАСНОЙ АРМИИ.

123

13 Ноября 1919 года.

№ 1011 Доношу, что 11 и 12-го Ноября у нас был бой в с. Подсоновой, натупали белыя со стороны Славгорода по сообщенію некоторых жителей выясняется что наступленіе было из нескольки человек милиціи часть молодых солдат и добровольные дружины сформированы из бежавших сельских прихвостников Колчака всех численностью около 300 сот человек при двух пулуметах при наступленіи непріятеля мы отступили на 5-ть верст по донесенію разведки в ноч на 13-е Ноября неприятель перебросил свои войска в с. Устьянку, что западнее с. Подсоснова, на перевес их наступленія мы бросили 1-й дивизіон в с. Топольное севернее с. Устьянки, восточнее с. Топольное, а 3-й дивизіон занимает с. Лотошное, где будем со всех сторон наступать, ввиду чего не можем дать отчетности о количестве огнестрельнаго оружія.

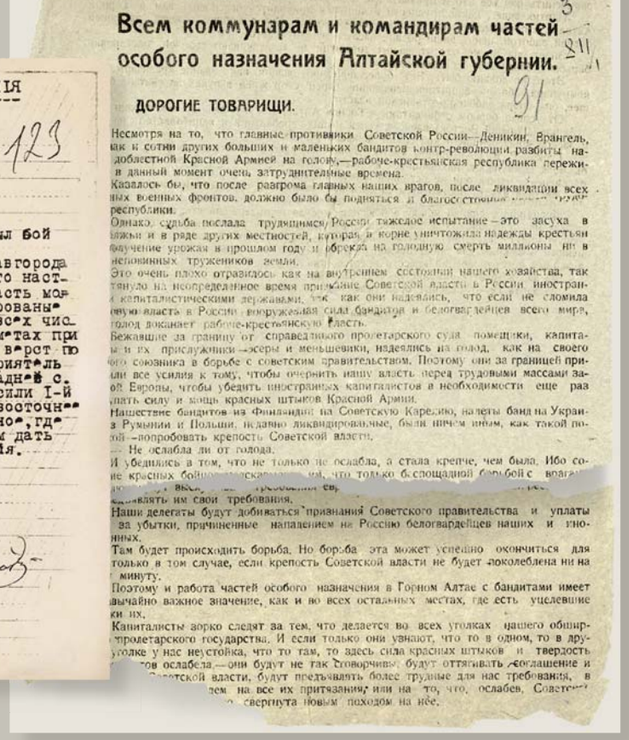
Командир полка Толстых.

Ад"ютант /подпись неразборчива/.

Препровождается Штабу 3-го Корпуса для сведенія.

С подлинным верно Ад"ютант Штаба:

19 Ноября 1919 года № 403.



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Всем коммунарам и командирам частей особого назначения Алтайской губернии.

ДОРОГИЕ ТОВАРИЩИ.

Несмотря на то, что главные противники Советской России—Деникин, Врангель, как и сотни других больших и маленьких бандитов контр-революции разбиты на доблестной Красной Армией на голову,—рабоче-крестьянская республика пережи- в данный момент очень затруднительные времена.

Казалось бы, что после разгрома главных наших врагов, после ликвидации всех ных военных фронтов, должно было бы подняться и благосостояние [illegible] республики.

Однако, судьба послала трудящимся России тяжелое испытание—это засуха в ляжьи и в ряде других местностей, которая в корне уничтожила надежды крестьян получение урожая в прошлом году и обрекла на голодную смерть миллионы ни в неповинных тружеников земли.

Это очень плохо отразилось как на внутреннем состоянии нашего хозяйства, так тянуло на неопределенное время признание Советской власти в России иностран- капиталистическими державами, так как они надеялись, что если не сломила вую власть в России вооруженная сила бандитов и белогвардейцев всего мира, голод доканает рабоче-крестьянскую власть.

Бежавшие за границу от справедливого пролетарского суда помещики, капита- и их прислужники—эсеры и меньшевики, надеялись на голод, как на своего ого союзника в борьбе с советским правительством. Поэтому они за границей при- ли все усилия к тому, чтобы очернить нашу власть перед трудовыми массами за- ой Европы, чтобы убедить иностранных капиталистов в необходимости еще раз пать силу и мощь красных штыков Красной Армии.

Нашествие бандитов из Финляндии на Советскую Карелию, налеты банд на Украи- в Румынии и Польши, недавно ликвидированные, были ничем иным, как такой по- ой—попробовать крепость Советской власти.

— Не ослабла ли от голода.

И убедились в том, что не только не ослабла, а стала крепче, чем была. Ибо со- ие красных бойцов [illegible] что только беспощадной борьбой с врага- [illegible] ставлять им свои требования.

Наши делегаты будут добиваться признания Советского правительства и уплаты за убытки, причиненные нападением на Россию белогвардейцев наших и ино- нных.

Там будет происходить борьба. Но борьба эта может успешно окончиться для только в том случае, если крепость Советской власти не будет поколеблена ни на минуту.

Поэтому и работа частей особого назначения в Горном Алтае с бандитами имеет вычайно важное значение, как и во всех остальных местах, где есть уцелевшие ки их.

Капиталисты зорко следят за тем, что делается во всех уголках нашего обшир- пролетарского государства. И если только они узнают, что то в одном, то в дру- уголке у нас неустойка, что то там, то здесь сила красных штыков и твердость ов ослабела—они будут не так сговорчивы, будут оттягивать соглашение и Советской власти, будут предъявлять более трудные для нас требования, в [illegible] на все их притязания, или на то, что, ослабев, Советск- [illegible] свергнута новым походом на нее.

НАУКА из первых рук http://scfh.ru/papers/o-roli-chinoproizvodstva-v-porazhenii-beloy-armii/ Сентябрь • 2014 • № 3/4(57/58)

СБОРНИКЪ УЗАКОНЕНІЙ И РАСПОРЯЖЕНІЙ
Временнаго Сибирскаго Правительства.

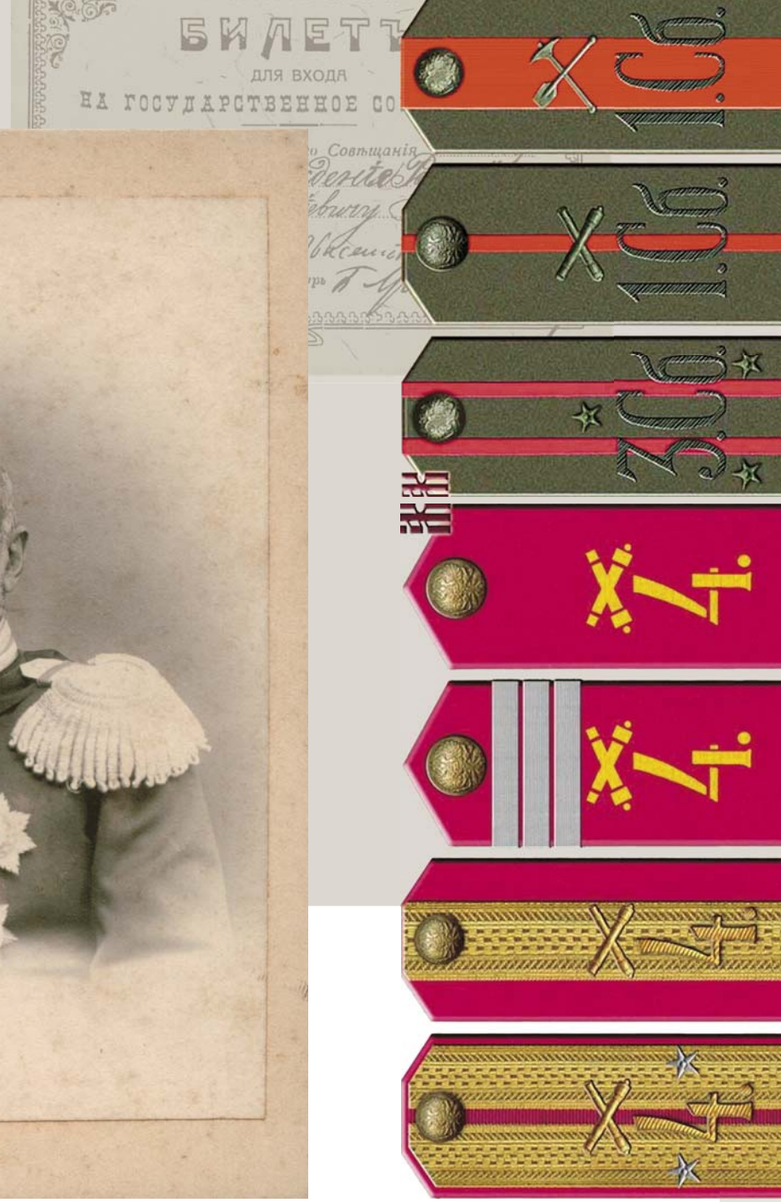
За боевые отличия

В белых армиях, в том числе действовавших на востоке России, также наблюдался относительно быстрый служебный рост военнослужащих. Однако столь стремительных, как в РККА, военных карьер мы в них почти не обнаруживаем, прежде всего потому, что у белых оставались в силе традиционные для русской армии чины и звания. Согласно дореволюционным принципам назначения на должности, командир роты должен был иметь чин капитана, командир батальона – подполковника, командир полка – полковника, командир бригады – генерал-майора, начальник дивизии – генерал-лейтенанта и т. д. На начальном этапе формирования белых армий этот принцип сложно было соблюсти в полной мере из-за отсутствия соответствующего кадрового резерва. Поэтому нередки были случаи, когда полками командовали капитаны, а дивизиями – полковники. Подобное положение не считалось нормальным, в силу чего возникла необходимость повышения таких офицеров до чинов, соответствующих занимаемым ими должностям.

Офицеры штаба Сибирской армии за разработкой операции против Красной армий (август 1918 г.). В центре сидит командарм генерал-майор А. Н. Гришин-Алмазов.
Фото: Новосибирский государственный краеведческий музей

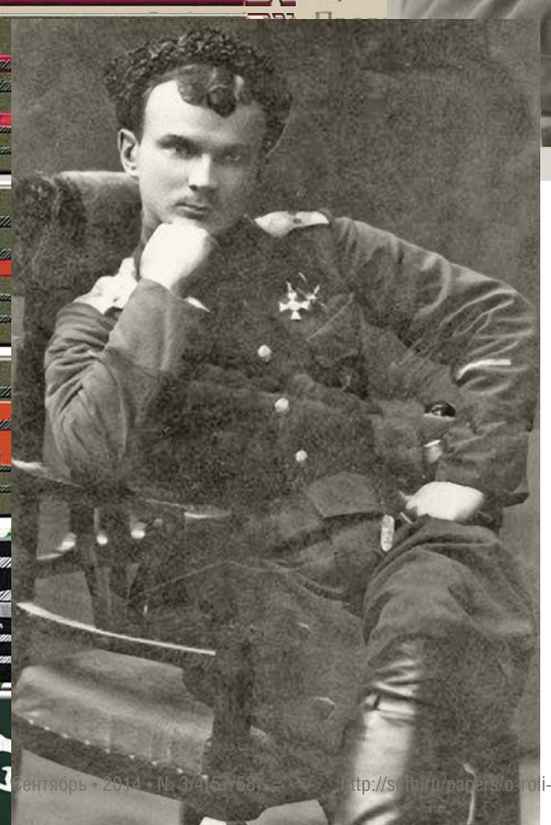
В вопросах чинопроизводства в антибольшевистских вооруженных силах востока России в 1918 г. не существовало единых принципов ввиду наличия в регионе многочисленных центров власти и автономных войсковых формирований.

Самым крупным военным объединением здесь была Сибирская армия, возникшая в конце мая — начале июня 1918 г. в ходе антибольшевистского выступления Чехословацкого корпуса и русских подпольных военных организаций. Эта армия являлась совокупностью вооруженных сил Временного Сибирского правительства, созданного в Омске 30 июня 1918 г. Командующий армией полковник А. Н. Гришин-Алмазов, вступив



Генерал-лейтенант Дмитрий Леонидович Хорват.
© ГМЗ «Петергоф»

1 июля в управление военным министерством, объявил, что впредь за боевые отличия военнослужащие будут награждаться чинами, назначением на более высокие должности, а также сообщением о подвигах в приказах по полкам, дивизиям, корпусам и армии (РГВА, ф. 39512, оп. 1, д. 58, л. 12). 2 июля он подписал приказ по армии о производстве в следующие чины первых четырех военнослужащих, в том числе командира Степного Сибирского корпуса полковника П. П. Иванова-Ринова – в генерал-майоры, командира Средне-Сибирского корпуса подполковника А. Н. Пепеляева – в полковники, командира роты отряда есаула Красильникова капитана К. В. Неофитова-Неволина – в подполковники (посмертно) и начальника гарнизона г. Тайга добровольца В. Кротова – в прапорщики (Сибирская речь. 1918. 12 июля). В тот же день Гришин-Алмазов приказал командирам корпусов представить по команде к производству в следующие чины особо отличившихся в боях офицеров и добровольцев. В приказе обращалось внимание на то, что «должны быть представлены только самые достойные с должным разбором, и начальникам



Атаман Александр Ильич Дутов.
Public domain

Атаман Иван Павлович Калмыков

Атаман Григорий Михайлович Семенов.
Library of Congress Prints and Photographs Division. Washington, D.C. 20540. USA.
http://hdl.loc.gov/loc.pnp/pp.print

Генерал-лейтенант Василий Георгиевич Болдырев.
Public domain

не руководствоваться нежеланием обидеть, причинить неприятность» (ГАТО, ф. Р. 1362, оп. 1, д. 213, л. 145). Производство в чины за боевые и прочие заслуги приказами по Сибирской армии осуществлялось со 2 июля по 1 ноября 1918 г. За это время сотни офицеров были повышены в чинах, в том числе 20 полковников стали генерал-майорами.

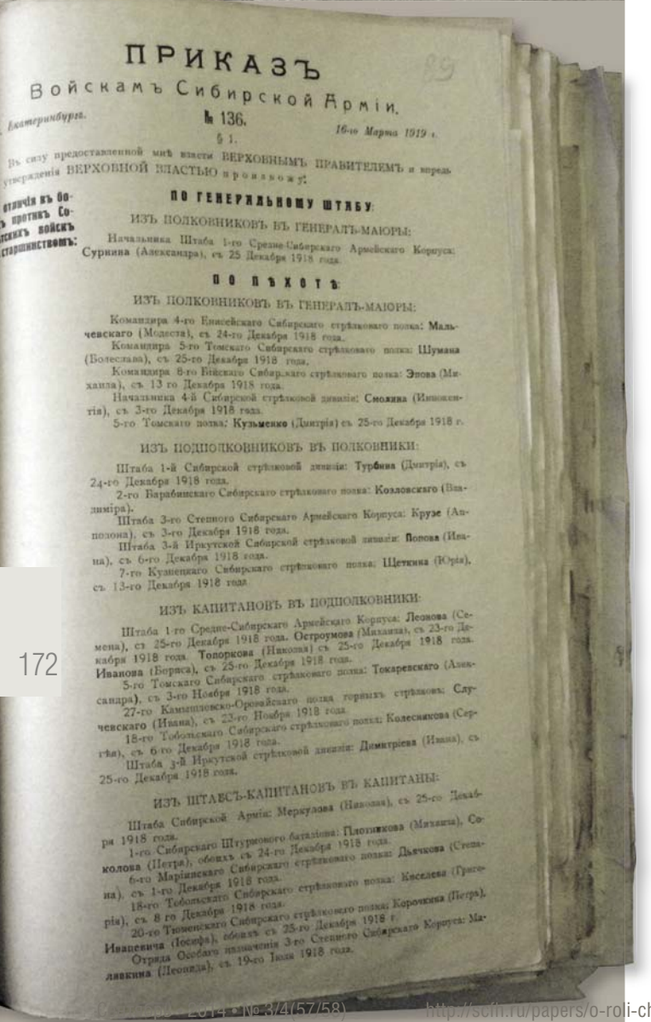
Производство в чины военнослужащих, находившихся в районе формирования Сибирской армии, но не подчинявшиеся ее командованию, осуществляли также «Временный правитель» генерал Д. Л. Хорват (в Харбине), атаман Оренбургского казачьего войска А. И. Дутов (в Оренбурге), атаман Особого Маньчжурского отряда Г. М. Семенов (в Чите) и атаман Уссурийского казачьего войска И. П. Калмыков (в Хабаровске). Повышая своих подчиненных, атаманы не забывали и про самих себя. Так, полковник А. И. Дутов получил чин генерал-майора, а затем и генерал-лейтенанта по решению войскового круга, а есаул И. П. Калмыков подобным же образом, минуя чины войскового старшины и полковника, сразу стал генерал-майором.

Есаул Г. М. Семенов получил повышение в чинах еще более экстравагантным путем. 3 сентября 1918 г. по распоряжению начальника штаба Особого Маньчжурского отряда полковника П. П. Оглоблина на ст. Борзя собралась специальная комиссия для рассмотрения краткой записки о службе атамана Г. М. Семенова. Члены комиссии пришли к выводу, что имеющиеся документы вполне удостоверяют выполнение Семеновым командного ценза для производства в чины войскового старшины и полковника, и обратились к нему с просьбой впредь до утверждения правительством считать себя полковником. Семенов с благодарностью принял это предложение (Сергеев, 1937. С. 61–62).

Приказом Верховного правителя

Единая система чинопроизводства начала складываться с конца сентября 1918 г. после создания Временного Всероссийского правительства (Директории) и объединения всех антибольшевистских вооруженных сил востока России под верховным главнокомандованием генерала В. Г. Болдырева. Ввиду разных условий производства в чины в различных армиях, впредь до упорядочения этого вопроса, 2 ноября В. Г. Болдырев приказал эти производства временно приостановить. Командующим армиями и командирам корпусов предлагалось взамен наград за подвиги объявлять благодарности в приказах (Земля и труд. 1918. 9 нояб).

Впрочем мораторий на чинопроизводство действовал всего чуть более двух недель. 18 ноября 1918 г. в результате военного переворота Директория была свергнута, а к власти пришел А. В. Колчак, провозгласивший



ПРИКАЗЪ
Войскамъ Сибирской Арміи.
№ 136.
§ 1.
16-го Марта 1919 г.

Въ силу предоставленной мнѣ власти ВЕРХОВНЫМЪ ПРАВИТЕЛЕМЪ и впредь утвержденія ВЕРХОВНОЙ ВЛАСТЬЮ производу:

ПО ГЕНЕРАЛЬНОМУ ШТАБУ:

ИЗЪ ПОЛКОВНИКОВЪ ВЪ ГЕНЕРАЛЪ-МАЮРЫ:

Начальника Штаба 1-го Средне-Сибирскаго Армейскаго Корпуса: Сурнина (Александра), съ 25 Декабря 1918 года.

ПО ПѢХОТѢ:

ИЗЪ ПОЛКОВНИКОВЪ ВЪ ГЕНЕРАЛЪ-МАЮРЫ:

Командира 4-го Енисейскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Мальчевскаго (Модеста), съ 24-го Декабря 1918 года.

Командира 5-го Томскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Шумана (Болеслава), съ 25-го Декабря 1918 года.

Командира 8-го Бійскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Эпова (Михаила), съ 13 го Декабря 1918 года.

Начальника 4-й Сибирской стрѣлковой дивизіи: Смолина (Иннокентія), съ 3-го Декабря 1918 года.

5-го Томскаго полка: Кузьменко (Дмитрія) съ 25-го Декабря 1918 г.

ИЗЪ ПОДПОЛКОВНИКОВЪ ВЪ ПОЛКОВНИКИ:

Штаба 1-й Сибирской стрѣлковой дивизіи: Турбина (Дмитрія), съ 24-го Декабря 1918 года.

2-го Барабинскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Козловскаго (Владиміра).

Штаба 3-го Степного Сибирскаго Армейскаго Корпуса: Крузе (Аполона), съ 3-го Декабря 1918 года.

Штаба 3-й Иркутской Сибирской стрѣлковой дивизіи: Попова (Ивана), съ 6-го Декабря 1918 года.

7-го Кузнецкаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Щеткина (Юрія), съ 13-го Декабря 1918 года.

ИЗЪ КАПИТАНОВЪ ВЪ ПОДПОЛКОВНИКИ:

Штаба 1-го Средне-Сибирскаго Армейскаго Корпуса: Леонова (Семена), съ 25-го Декабря 1918 года. Остроумова (Михаила), съ 23-го Декабря 1918 года. Топоркова (Николая) съ 25-го Декабря 1918 года. Иванова (Бориса), съ 25-го Декабря 1918 года.

5-го Томскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Токаревскаго (Александра), съ 3-го Ноября 1918 года.

27-го Камышловско-Оровайскаго полка горныхъ стрѣлковъ: Случевскаго (Ивана), съ 23-го Ноября 1918 года.

18-го Тобольскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Колесникова (Сергѣя), съ 6-го Декабря 1918 года.

Штаба 3-й Иркутской стрѣлковой дивизіи: Димитріева (Ивана), съ 25-го Декабря 1918 года.

ИЗЪ ШТАБСЪ-КАПИТАНОВЪ ВЪ КАПИТАНЫ:

Штаба Сибирской Арміи: Меркулова (Николая), съ 25-го Декабря 1918 года.

1-го Сибирскаго Штурмового батальона: Плотникова (Михаила), Соколова (Петра), обоихъ съ 24-го Декабря 1918 года.

6-го Маріинскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Дьячкова (Степана), съ 1-го Декабря 1918 года.

18-го Тобольскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Киселева (Григорія), съ 8 го Декабря 1918 года.

20-го Тюменскаго Сибирскаго стрѣлковаго полка: Корочкина (Петра), Ивацевича (Іосифа), обоихъ съ 25-го Декабря 1918 г.

Отряда Особаго назначенія 3-го Степного Сибирскаго Корпуса: Малявкина (Леонида), съ 19-го Іюля 1918 года.

себя Верховным правителем и Верховным главнокомандующим. Одновременно Совет министров Временного Всероссийского правительства произвел его из вице-адмиралов в адмиралы. А на следующий день Колчак подписал приказ о производстве в следующие чины главных участников переворота – полковника В. И. Волкова и войсковых старшин И. Н. Красильникова и А. В. Катанаева.

Отныне все приказы о чинопроизводстве, а также о назначениях старших офицеров должен был подписывать адмирал Колчак. Подготовка соответствующих приказов осуществлялась в Военном министерстве, деятельность которого генерал К. В. Сахаров охарактеризовал как «узкобюрократическую». По его словам, Военное министерство «считало себя обязанным стать на страже интересов старшинства в чинах офицерского корпуса и не нашло ничего лучше, как достать из архивной пыли старые „списки по старшинству“. По этим спискам и делались почти все назначения. Ни боевые заслуги, ни талантливость, ни доказанная работоспособность и даже подвиги не могли поколебать новых олимпийцев, считавших необходимым для возрождения России прежде всего воскрешение старых, отживших форм <...>». По свидетельству Сахарова, «зачастую производства в следующие чины за боевые отличия, за выслугу лет еще в германскую войну месяцами лежали и ждали резолюции военного министра. Сначала даже требовали было обязательного наличия послужных списков по всей форме и со ссылками на все приказы, хотя бы до 1880-х годов. И долго держались этого правила <...>. Верховный правитель рвал и метал, когда до него дошли сведения обо всем этом» (Сахаров, 1927. С. 82.)

В результате Колчак вынужден был упростить процедуру чинопроизводства. 13 июля 1919 г. он предоставил командующим армиями и командирам отдельных корпусов право производить в следующие чины обер-офицеров до капитана включительно (Русская армия. 1919. 18 июля), а 28 августа главнокомандующий Восточным фронтом получил право производить офицеров до чина полковника как за боевые отличия, так и за выслугу лет (РГВА, ф. 39483, оп. 1, д. 3, л. 99). Эти распоряжения создавали условия для более быстрого служебного

Адмирал А. В. Колчак вручает награды, 1919 г. *(вверху).*
Источник: Архив Иркипедии

Приказ о чинопроизводстве по войскам Сибирской армии. *Российский государственный военный архив, Москва*
Фото Д. Симонова
Справа – приказы о чинопроизводстве, опубликованные в газетах «Сибирский вестник» и «Русская армия»

Адмирал Александр Васильевич Колчак.
Фото: Музей истории городского самоуправления, Омск

роста офицеров, но сделаны они были в условиях уже наметившегося краха антибольшевистского движения на востоке России.

Для солдат и унтер-офицеров карьерные возможности также были весьма ограниченными. 14 августа 1918 г. командующий Сибирской армией А. Н. Гришин-Алмазов предоставил право начальникам дивизий награждать солдат за выдающиеся боевые отличия повышением в званиях, а лиц, «отличающихся решительным характером, отлично знающих службу и умеющих заставить подчиненных повиноваться», разрешалось представлять к производству в первый офицерский чин (Сибирский вестник. 1918. 6 сент). Адмирал Колчак 24 мая 1919 г. повелел восстановить повышение в званиях солдат за боевые отличия властью командира полка. Тогда же было разрешено производить за боевые отличия унтер-офицеров в первый офицерский чин властью командующих армиями с последующим утверждением этих производств Верховным правителем

ПРИКАЗЫ
по Войскамъ Сибирской Арміи.

Производятся за отличія въ бояхъ противъ непріятеля, со старшинствомъ:

По пѣхотѣ

ПРИЛОЖЕНІЕ КЪ № 39
ГАЗЕТЫ „РУССКАЯ АРМІЯ“.
Оффиціальный отдѣлъ.

Верховный Правитель и Верховный Главнокомандующій отдалъ 27 го января 1919 года въ городѣ Омскѣ слѣдующій
ПРИКАЗЪ
ПРОИЗВОДИТСЯ:

За разновременно оказанныя боевыя отличія на театрѣ военныхъ дѣйствій:

Начальникъ Сербскаго партизанскаго отряда, Подпоручикъ Киселевъ — въ Поручики.

Военный Министръ,
Генералъ-Маіоръ СТЕПАНОВЪ.

Верховный Правитель и Верховный Главнокомандующій отдалъ 29 го января 1919 года въ городѣ Омскѣ слѣдующій приказъ
ПРИКАЗЪ
ПРОИЗВОДИТСЯ:

За отличія въ бояхъ противъ непріятеля:

По артиллеріи.

Числящійся по полевой легкой ар-

коваго полка, Соколовскій [Николай] съ 4го октября 1918 года.

По артиллеріи.

Изъ Прапорщиковъ въ Подпоручики:

1-й Отдѣльной Тяжелой Полевой Степной батареи, Кевличъ, съ 28 го сентября 1918 года.

3-й Отдѣльной Легкой Уральской батареи горныхъ стрѣлковъ, Петровъ, съ 17-го сентября 1918 года.

По пѣхотѣ.

За особыя отличія со старшинствомъ:

Изъ Подполковниковъ въ Полковники:

Числящійся по армейской пѣхотѣ, Злобинъ [Николай], съ 18-го ноября 1918 года.

Изъ Капитановъ въ Подполковники:

Числящійся по армейской пѣхотѣ, Кафаровъ [Вячеславъ], съ 18-го ноября 1918 года.

На основаніи приказа по В. В. 1915 года № 563 и 1917 г. № 387 со старшинствомъ:

Изъ Штабсъ-Капитановъ въ Капитаны:

Числящійся по армейской пѣхотѣ, и. д. дѣлопроизводителя Управленія Военно-Учебныхъ заведеній, Писаревъ, съ 1 го февраля 1918 года.

По Кавалеріи:

На основаніи приказа по В. В. 1915 г. № 681, ст. 1, со старшинствомъ:

Изъ Поручиковъ въ Штабсъ-Ротмистры:

Уланскаго Сибирскаго дивизіона, Квасницкій, съ 21 го ноября 1917 года.

Изъ Корнетовъ въ Поручики:

Уланскаго Симбирскаго дивизіона, Даниловъ, съ 28-го августа 1917 года.

По Казачьимъ войскамъ:

Изъ Есауловъ въ Войсковые Старшины:

И. д. старшаго адъютанта Штаба

графическихъ работъ Омскаго военно-топографическаго отдѣла, Поручику Мержинскому, съ 19-го іюля 1911 года.

По казачьимъ войскамъ:

На основаніи приказа по В. В. 1916 г. № 196, ст. 18:

Бывшему старшему адъютанту Штаба 1-го Оренбургскаго казачьяго корпуса, нынѣ и. д. дѣлопроизводителя Главнаго Управленія по дѣламъ казачьихъ войскъ, Войсковому Старшинѣ Оренбургскаго казачьяго войска, Горшкову (Петру) съ 5 го декабря 1914 года.

2 го Читинскаго полка, Забайкальскаго казачьяго войска, Есаулу Почекунину (Георгію) съ 4 го апрѣля 1913 года.

Военный Министръ
Генералъ-маіоръ Степановъ.

Верховный Правитель и Верховный Главнокомандующій отдалъ 9 февраля 1919 года въ городѣ Омскѣ слѣдующій
ПРИКАЗЪ

Адмирал А. В. Колчак в штабе Сибирской армии (февраль 1919 г.). Слева от него – командующий армией генерал-лейтенант Р. Гайда, справа – начальник штаба армии генерал-майор Б. П. Богословский.
Public domain

(Русская армия. 1919. 29 мая). Однако для того чтобы стать офицерами, унтер-офицеры должны были иметь не только боевые заслуги и командирские способности, но и соответствующий образовательный ценз.

Тяжеловесная и не соответствовавшая требованиям жизни официальная система чинопроизводства нередко игнорировалась старшими начальниками. Наибольшую активность и полную независимость от кого бы то ни было в этом отношении проявлял атаман Г. М. Семенов, в декабре 1918 г. самочинно провозгласивший себя командующим Отдельной Восточно-Сибирской армии. При этом Семенов присвоил себе право жаловать своих соратников как штаб-офицерскими, так и генеральскими чинами. Правда в своих приказах он отмечал, что производства осуществляются им «условно, впредь до утверждения Верховной властью». Однако власть Верховного правителя Семенов не признавал вплоть до июня 1919 г.

Генерал Р. Гайда, командовавший Сибирской армией в декабре 1918 – июле 1919 г., хотя и признавал Колчака, но также, не имея на то никаких прав, в массовом порядке производил своих подчиненных в том числе и в генералы. Приведем пример. В Сибирской армии служил подполковник М. В. Эпов, временно командовавший 2-й Сибирской стрелковой дивизией. За боевые отличия приказами Гайды он 19 февраля 1919 г. был произведен в полковники, а 16 марта – в генерал-майоры. А спустя двенадцать дней, 28 марта, вышел в свет приказ Колчака о производстве подполковника Эпова в полковники. Генерал-майором на законных основаниях он, вероятно, так никогда и не стал.

В этой связи следует обратить внимание на ограниченность горизонтальной мобильности в антибольшевистских вооруженных формированиях востока России. Офицеры, «условно» повышенные в чинах Семеновым или Гайдой, не могли рассчитывать на сохранение своего статуса в случае перехода в подчинение

Генерал-майор Сергей Николаевич Войцеховский, ставший последним главнокомандующим Восточным фронтом после разгрома колчаковских армий и гибели Верховного правителя.
Источник: Архив Иркипедии

Генерал-лейтенант Р. Гайда на вокзале

другим старшим начальникам. Если офицер уже надел давно желанные генеральские погоны, заставить его добровольно отказаться от них вряд ли возможно. В этом одна из причин того, что в течение всей гражданской войны из Забайкалья, где властвовал Семенов, на уральский фронт не было отправлено ни одной воинской части.

Заслуживает упоминания и еще одна новация в вопросах чинопроизводства, не вписывающаяся в прежние традиции, но законная по существу. После разгрома колчаковских армий и гибели Верховного правителя, 12 февраля 1920 г. последний главнокомандующий Восточным фронтом генерал С. Н. Войцеховский подписал приказ о производстве в следующие чины всех штаб- и обер-офицеров войск фронта, следовавших из района Красноярска и прибывших за Байкал походом в составе колонн генералов К. В. Сахарова, Г. А. Вержбицкого, Р. К. Бангерского и Штаба фронта. Исключение делалось для полковников и генералов, так как командующий фронтом по статусу не имел права осуществлять производства в генеральские чины. Тогда же генерал Войцеховский приказал произвести в подпрапорщики и прапорщики солдат, удостоенных к тому соответствующими начальниками, «не ограничиваясь числом производимых, существующими ограничениями прав на производство и минуя формальности, руководствуясь исключительно целью заслуживающим воздать должное» (РГВА, ф. 39483, оп. 1, д. 21, л. 5).

Таким образом, система чинопроизводства, действовавшая в белых армиях востока России, затрудняла быстрое продвижение по службе энергичных и талантливых солдат и офицеров. Очень часто основанием назначения на ту или иную должность являлось наличие у претендента высокого чина и служебного стажа, приобретенных еще в дореволюционное время, а отнюдь не личные способности. В этих условиях на командных и административных постах оказывалось мало идейных и бескорыстных борцов, каковых требовала логика гражданской войны, а преобладали люди инертные и не способные работать в экстраординарных условиях. Многочисленные самоуправства в вопросах чинопроизводства следует рассматривать и как попытку преодолеть этот недостаток, и как проявление внутренней слабости антибольшевистских режимов. В числе прочих эти факторы обусловили поражение белых и победу красных в гражданской войне.

Литература

Декреты Советской власти. Т. I. 25 октября 1917 г. – 16 марта 1918 г. М., 1957. С. 72, 243.

Земля и труд. 1918. 9 нояб.

Русская армия. 1919. 18 июля.

Русская армия. 1919. 29 мая.

Сахаров К. В. Белая Сибирь // Гражданская война в Сибири и Северной области. М.; Л., 1927. С. 82.

Сергеев В. Л. Очерки по истории Белого движения на Дальнем Востоке. Харбин, 1937. С. 61–62.

Сибирский вестник. 1918. 6 сент.

Сибирская речь. 1918. 12 июля.

Симонов Д. Г. Белая Сибирская армия в 1918 году. Новосибирск: РИНЦ НГУ, 2010. 612 с.

Исследование выполнено на средства гранта Российского научного фонда (проект №14-18-01725)

М.В.Эпов с сыном Игорем (около 1914 г.),
М.В. Эпов с сыном Борисом (около 1900 г.),
Михаил Васильевич Эпов (около 1920 г.)
Фото: www.epov.ru

БЕЛОЕ ДВИЖЕНИЕ. *СУДЬБЫ*

Из архива академика М.И. Эпова

Михаил Васильевич Эпов родился в Забайкальской области в г. Нерчинске. В 1888 г. окончил Иркутское юнкерское училище по конно-казачьему отделению. Дослужился до чина полковника.

18-летний Михаил начал службу во 2-й Приморской отдельной кавалерийской сотне, вошедшей в состав Приморского драгунского полка. Затем последовательно служил в Иркутском резервном батальоне, 6-м Енисейском кадровом, 41-м и 53-м Сибирских стрелковых полках. В царской армии занимал должности младшего офицера, начальника охотничьей и учебной команд, ротного и батальонного командира, начальника хозчасти, старшего адъютанта 2-й Сибирской резервной бригады. Михаил Васильевич участвовал в русско-японской войне 1904 г.

В 1913 г. М. В. Эпов участвовал в походе в Монголию в должности начальника штаба Кабдосского отряда. Перед отправкой командующий военного округа генерал-лейтенант Шмидт назначил смотр войскам, отправляющимся пешком в Монголию. Обмундирования, теплой одежды и обуви не хватало, солдаты вынуждены были воевать в обносках. Эпов отказался перед смотром переодевать своих солдат в новую парадную одежду, как это делали другие капитаны, и вывел их в походной одежде. После этого он был уволен из армии и разжалован в рядовые. В послужном списке сохранилась лишь запись о том, что, находясь в отпуску по болезни, уволен со службы.

Но за былые заслуги, опыт, профессионализм и честность его просят вернуться в армию. В 1914 г. он участвовал в русско-германской войне, где дважды был командиром полка.

В 1917 г. он заведовал домом раненых и занимал должность конторщика в службе путей управления Сибирской дороги.

Михаил Василевич был награжден за боевые заслуги орденом Станислава и орденом Анны 2-й степени с мечами.

В 1918 г. он был мобилизован в войска временного Сибирского правительства и занимал должности: командира полка, помощника начальника дивизии, командира отдельной Сибирской кавалерийской бригады. Командовал 8-м Бийским полком. За операцию по захвату Перми был произведен сразу в генерал-майоры. Затем временно командовал 2-й Сибирской дивизией. После вступления в должность начальника дивизии генерал-майора Укке-Уговца был помощником начальника дивизии.

Гражданская война, когда сын шел против отца, а братья воевали друг с другом, провела линию фронта и по семье Эповых. Белому генералу Михаилу Васильевичу Эпову пришлось воевать против своего родного младшего брата Андрея Васильевича. Вероятно, этот внутрисемейный конфликт и привел Михаила Васильевича к решению перейти на сторону красных во время восстания гарнизона в городе Красноярске в 1919 г. По приходу в Красноярск регулярных войск Михаил Васильевич был назначен в Красную армию в резерв чинов при управлении, инспектором пехоты 5-й армии.

В 1920 г. в Красноярске умерла от сыпного тифа жена Михаила Васильевича Екатерина Николаевна Прибылёва. А спустя всего полтора года, 26 июня 1921 г., в Иркутском военном госпитале скоропостижно скончался от перитонита и сам Михаил Васильевич. Так преждевременно оборвался жизненный путь казака, дворянина, генерала и орнитолога-любителя Михаила Васильевича Эпова. Ему шел всего 53-й год.

В молодости Михаил Васильевич был влюблен в молодую женщину-врача Надежду Ивановну Микулину. Он сделал ей предложение, но получил отказ. Надежда Ивановна так никогда и не вышла замуж, и детей у нее не было, а у Михаила Васильевича родилось три сына. Перед смертью он попросил Надежду Ивановну позаботиться о его младшем сыне Игоре, потому что его родная мать умерла. Она сдержала слово, и когда Михаил Васильевич умер, взяла Игоря к себе, воспитала и вырастила его.

Из воспоминаний И. М. Эпова, сына М. В. Эпова.
Записала Жукова Гюльнара Хайдаровна,
внучка И. М. Эпова

По: www.epov.ru

SCIENCE SLAM

НОВОСИБИРСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ФОНД ПОДДЕРЖКИ НАУКИ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Что такое «Science Slam»? Это интеллектуальное состязание научной молодежи, к которой у нас относятся ученые, не достигшие 35 лет. Участникам дается всего 10 минут, чтобы в неформальной обстановке любым способом донести до широкой публики суть своих научных занятий. Да не просто донести, а увлечь и заразить своим энтузиазмом, ведь победитель оценивается по громкости аплодисментов, которых удостаивается презентация.
Этот не очень привычный для нас формат «научных боев» был придуман в 2010 г. в Германии и с тех пор успешно распространяется по всему миру, став международным форматом популяризации науки. В 2013 г. «Science Slam» пришел в Россию: первые отечественные «бои» прошли в Санкт-Петербурге, а затем в других городах, включая Томск и Тюмень. Очередное состязание сибирской научной молодежи состоялось на Форуме молодых исследователей «Наука в контакте» на VIII Сибирской венчурной ярмарке, которая прошла в июне 2014 г. в Новосибирске в рамках Международного форума «Технопром-2014». Новосибирский «Science Slam» представлял собой презентацию-конкурс проектов молодых ученых СО РАН в области технологий двойного назначения. Его победителем стала специалист в области ветеринарной вирусологии, молодой кандидат биологических наук Ольга Семенова с проектом, посвященным технологии очистки биопрепаратов от вирусного загрязнения.

О.Н. СЕМЕНОВА

ЧИСТЫЕ ОТ ВИРУСОВ

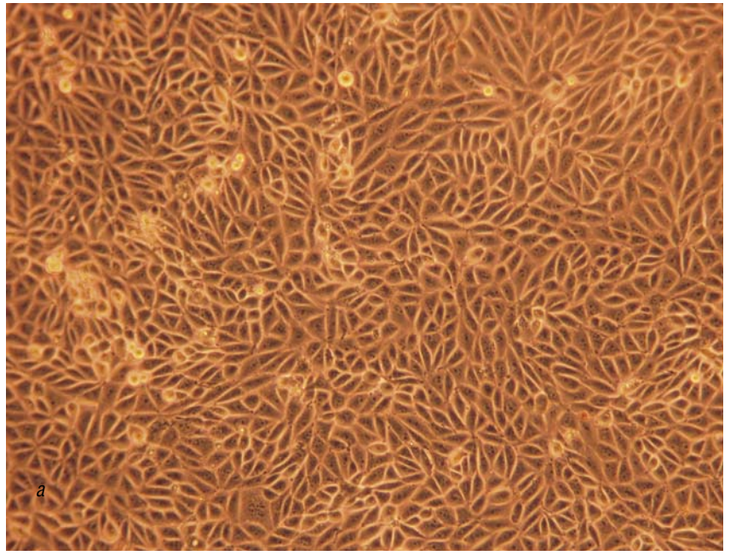
СЕМЕНОВА Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории вирусологии Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии (Краснообск, Новосибирская обл.) Автор и соавтор 38 научных работ и 2 патентов

Вирус гепатита С – один из наиболее опасных представителей гемотрансмиссивных (передающихся через кровь) вирусов человека. По данным ВОЗ, число носителей этой хронической инфекции в мире составляет не менее 170 млн человек, в том числе 3—5 млн – в нашей стране. Поэтому производство лечебных препаратов из плазмы крови доноров требует разработки специальных методических подходов, обеспечивающих надежный уровень вирусной безопасности продукта

Вирус гепатита С является потенциальным биологическим *контаминантом* (загрязняющим агентом) продуктов крови, в том числе препаратов иммуноглобулинов, использующихся для лечения и профилактики опасных вирусных болезней. Одной из главных причин, затрудняющих поиск эффективных вирусинактивирующих реагентов против этого вируса при производстве лечебных средств, является отсутствие удобной модельной биосистемы для размножения возбудителя, которая позволяла бы количественно регистрировать жизнеспособные полноценные вирусные частицы.

Ключевые слова: вирус диареи крупного рогатого скота, вирус гепатита С, технология очистки биопрепаратов.
Key words: bovine viral diarrhea virus, Hepatitis C, cleaning technology of biological products

© О.Н. Семенова, 2014



По действию на клетки вирус диареи крупного рогатого скота делится на цитопатогенный и нецитопатогенный биотипы. Цитопатогенный вирус индуцирует в клетках явление апоптоза (самоуничтожения; *а*), нецитопатогенный сохраняет жизнеспособность клеток (*б*).
На фото – перевиваемая культура клеток коронарных сосудов теленка, инфицированная разными биотипами ВД КРС

Вирус диареи крупного рогатого скота – представитель семейства Flaviviridae рода *Pestivirus*; ближайший родственник вируса гепатита С. В качестве наследственного материала содержит РНК. Вирионы имеют размер 30–50 нм. Характеризуется тропизмом преимущественно к лимфоидной ткани

Вирусная модель

Известно, что в качестве моделей опасных для человека вирусов в некоторых случаях используют родственные им вирусы животных. Ближайшим родственником возбудителя гепатита С является *вирус диареи крупного рогатого скота* (ВД КРС). Оба этих вируса относятся к одному семейству Flaviviridae и имеют очень близкое молекулярно-генетическое родство (Buckwold, 2003).

Вирус диареи крупного рогатого скота причиняет значительный ущерб животноводству. Он является мощным иммуносупрессором, на фоне которого активизируются другие инфекционные агенты; кроме того, вирус отрицательно влияет на репродуктивную систему коров, приводя к абортам, врожденным уродствам плода и гибели новорожденных телят. Искоренение болезни требует огромных экономических вложений.

Но значимость этого инфекционного агента не исчерпывается ветеринарией. Как известно, для культивирования различных вирусов в медицинских целях используют клетки человека и животных, которые выращивают в питательной среде с добавлением в качестве основного ростового компонента эмбриональной сыворотки крови крупного рогатого скота. И эта сыворотка почти в 90—100 % случаев контаминирована нецитопатогенным (т. е. не убивающим клетки) вирусом диареи (Vilcek, 2001). Таким образом, этот вирус, как и вирус гепатита С, может загрязнять биологическую продукцию, выпускаемую для нужд медицины и ветеринарии.

Использование вируса крупного рогатого скота в качестве модели вируса гепатита С при отработке технологии инактивации вирусов в препаратах иммуноглобулинов имеет ряд преимуществ. К ним относятся наличие у него цитопатогенных штаммов, способность размножаться в культурах клеток в высоких концентрациях, экономичность подобных экспериментов, а также возможность проведения экспериментальных исследований на животных.

Вирус диареи крупного рогатого скота является мощным иммуносупрессором, на фоне которого активизируются другие инфекционные агенты. Вирус поражает желудочно-кишечный тракт, является причиной респираторных болезней молодняка *(справа)*, приводит к абортам на ранней стадии стельности и врожденным дефектам плода (например, к гипоплазии мозжечка и гидроцефалии)

Возбудитель вирусной диареи крупного рогатого скота широко распространен по всем континентам и странам, за исключением некоторых скандинавских стран. Заболевания, вызванные этим вирусом, наносят большой экономический ущерб сельскому хозяйству. Кроме того, он «загрязняет» биопрепараты, производимые для медицины и ветеринарии

«Кислотная» очистка

В лаборатории вирусологии Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока совместно с сотрудниками НПО «Микроген» Минздрава России была испытана технология инактивации вируса диареи крупного рогатого скота в среде с повышенной кислотностью. Сущность этой технологии заключается в снижении инфекционных свойств возбудителя при понижении показателей pH до значений 4,0 и 4,5.

В результате был определен оптимальный режим инактивации, обеспечивающий необходимое снижение активных инфекционных частиц вируса в двух временных контрольных точках процесса (через 1 ч и через 5 сут.). Оказалось, что для инактивации вируса оптимальным является время инкубации, равное 1—2 сут. Данный режим обеспечил высокую воспроизводимость результатов в опытах с тремя сериями иммуноглобулинов.

Исследователи надеются, что дальнейшее изучение эффективности метода инактивации вирусов при низких значениях pH (в кислой среде) позволит решить одну из актуальных задач производства медицинских и ветеринарных препаратов, связанных с биобезопасностью продукции.

Методы по очистке биопрепаратов от загрязнения вирусом диареи крупного рогатого скота важны не только сами по себе: их можно рассматривать в качестве перспективного подхода для деконтаминации лекарственных препаратов от вируса гепатита С, представляющего непосредственную угрозу для здоровья и жизни человека.

К этому можно добавить, что на сегодняшний день нет исчерпывающей информации о безопасности действия самого вируса диареи крупного рогатого скота на организм человека. Учитывая же тот факт, что этот вирус подвержен сильной мутационной изменчивости, можно предположить, что он также может в принципе оказаться способным преодолевать межвидовые барьеры и заражать человека (Giangaspero, 1997).

Литература

Buckwold V.E., Beer B.E., Donis R.O. Bovine viral diarrhea virus as a surrogate model of hepatitis C virus for the evaluation of antiviral agents // Antiviral Res. 2003. V. 60. No. 1. P. 1—15.

Vilcek S. Identification of pestiviruses contaminating cell lines and fetal calf sera // Acta Virol. 2001. V. 45. No. 2. P. 81—86.

ВИРУС ПОД МИКРОСКОПОМ: ОТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ – К МАНИПУЛЯЦИИ

Д.В. КОРНЕЕВ

В известной песне Владимира Высоцкого поется: «не поймаешь нейтрино за бороду и не посадишь в пробирку…». Конечно, вирус – это не нейтрино, не атом и даже не молекула, но все же объект настолько малый, что его невозможно увидеть не только глазом, но и в обычный световой микроскоп. Однако электронная микроскопия, в сотни тысяч раз увеличившая возможности нашего зрения, позволила не только увидеть эти удивительные объекты, но и рассмотреть их до мельчайших подробностей. А атомно-силовая микроскопия, в такой же степени обострившая наше осязание, позволила осуществить прямую механическую манипуляцию вирусными частицами

Вирусы являются чрезвычайно малыми объектами – их размеры лежат в диапазоне от нескольких десятков до нескольких сотен нанометров. Первым и на долгое время единственным методом прямой визуализации наноразмерных частиц стала *электронная микроскопия* (ЭМ), которая начала развиваться в 1930-е гг. Метод, оказавшийся очень информативным, позволил не только детально охарактеризовать структуру различных вирусов, но и исследовать процессы, происходящие в зараженной клетке.

Оказалось, что форма вирусных частиц отличается большим разнообразием: от правильных сфер до сложных структур, напоминающих кирпичи, обклеенные трубочками (вирус натуральной оспы), или щетинистых червей (вирус геморрагической лихорадки Эбола).

Еще большее разнообразие было обнаружено для стратегии *репликации* (размножения) вирусов. Единственным фундаментальным свойством, общим для всех без исключения вирусов, оказался их статус *облигатного* внутриклеточного паразита. Это означает, что для размножения вируса его генетический материал должен в обязательном порядке проникнуть в живую клетку и «захватить» ее ферментативный аппарат, переключив последний на производство копий вируса.

Вне клетки любой вирус является всего лишь молекулярным контейнером с генетическим материалом (ДНК или РНК) и вряд ли может считаться полноценным живым организмом, хотя по этому вопросу в научной среде до сих пор нет окончательной терминологической определенности.

Спецификой электронной микроскопии является изучение *фиксированных*, т.е. подготовленных специальным образом, объектов – по сути, она работает только с «мертвой» материей*. Имея дело только с «застывшими мгновениями», исследователь может лишь строить гипотезы о динамике изучаемых процессов, поскольку не имеет возможности наблюдать их течение в реальном времени.

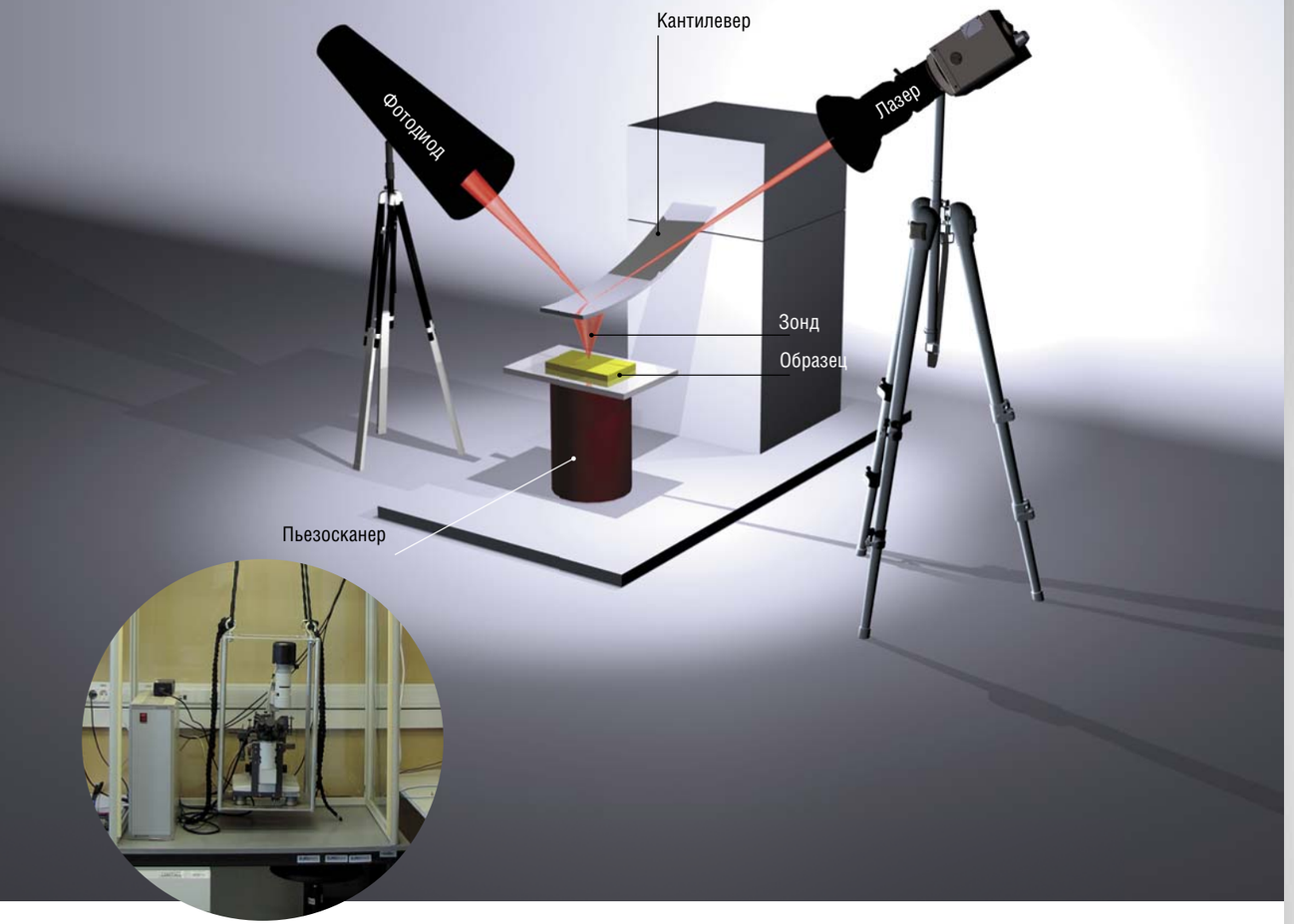
Атомно-силовой микроскоп «Solver P47 Bio» *(слева)* – один из первых отечественных АСМ биологического назначения (производитель – компания «НТ-МДТ», Зеленоград, 1999 г.). Для защиты от воздействия вибрации такие приборы обычно оснащаются пневматической или активной системой виброизоляции. Данный прибор не имел такой системы, а ее приобретение было отложено на неопределенный срок из-за финансовых трудностей. В качестве временного решения автором была изготовлена простая механическая система виброизоляции, в качестве упругих элементов в которой были использованы обыкновенные «эспандеры лыжника» из ближайшего магазина спорттоваров. Несмотря на предельную простоту, эта конструкция оказалась настолько эффективной, что полностью сняла необходимость приобретения дорогой специализированной системы промышленного изготовления

* Просвечивающая электронная микроскопия с использованием специальной жидкостной ячейки и сканирующая электронная микроскопия при атмосферном давлении позволяют исследовать биологические объекты без фиксации, но из-за ряда технических трудностей и относительно низкого пространственного разрешения эти методы не получили широкого распространения.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, атомно-силовая спектроскопия, вирус.
Key words: atomic force microscopy, atomic force spectroscopy, virus

КОРНЕЕВ Денис Владимирович – научный сотрудник лаборатории ультраструктурных исследований, председатель Совета молодых ученых Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор» (Новосибирская область, Кольцово).
Автор и соавтор 11 научных работ

© Д.В. Корнеев, 2014



Принципиальная схема работы атомно-силового микроскопа (АСМ). Чувствительным элементом АСМ является упругая консоль (кантилевер), на конце которой закреплен острый зонд. Силы, возникающие между атомами острия зонда и исследуемой поверхностью приводят к деформации кантилевера, которая в свою очередь фиксируется при помощи оптической системы, реализованной в большинстве современных АСМ, на основе полупроводникового лазера и четырехсекционного фотоприемника. Размер кантилевера – 100÷300×20÷40 мкм при толщине около 2 мкм. Высота зонда – около 10 мкм

Так, исследование репликации вируса методом просвечивающей электронной микроскопии на ультратонких срезах выглядит следующим образом: зараженные клетки обрабатывают фиксирующим раствором, обезвоживают спиртом и заливают специальной смолой. После отвердевания смолы с помощью специального прибора – ультратома – делают ультратонкие (≈ 50 нм) срезы, которые затем наносят на специальную сетку и обрабатывают растворами солей тяжелых металлов. Во время самого микроскопического исследования образец находится в вакуумной камере и подвергается действию пучка электронов с энергией в несколько десятков кэВ. Очевидно, что прижизненная визуализация в данном случае принципиально невозможна.

В течение почти полувека электронная микроскопия оставалась единственным методом визуализации наноразмерных объектов. Однако в начале 1980-х гг. эта монополия была нарушена появлением *сканирующей зондовой микроскопии* (СЗМ). Основным принципом СЗМ является *сканирование* – прецизионное (с высокой точностью) перемещение зонда вблизи исследуемой поверхности, сопряженное с отслеживанием определенного

параметра, характеризующего взаимодействие между зондом и образцом. Результатом такого сканирования является топографическая карта рельефа поверхности образца.

Первым прибором СЗМ стал *сканирующий туннельный микроскоп* (СТМ), который мог лишь весьма ограниченно использоваться для визуализации биологических объектов, так как для его работы требовалась высокая электрическая проводимость исследуемой поверхности.

В 1986 г. швейцарский физик Г. Бинниг и его коллеги создали новый прибор семейства СЗМ – *атомно-силовой микроскоп* (АСМ). В основе его работы лежит силовое (Ван-дер-Ваальсово) взаимодействие атомов зонда и поверхности. АСМ не требуется электрическая проводимость поверхности образца, и он может осуществлять съемку в жидкой среде. Поэтому этот прибор оказался удобным инструментом для исследования биологических объектов.

С момента появления атомно-силового микроскопа было опубликовано огромное число работ, посвященных АСМ-визуализации самых разнообразных биологических образцов. Следует все же признать, что в большинстве случаев в плане визуализации АСМ не дает ничего принципиально нового в сравнении с обычной электронной микроскопией, поэтому зачастую данный метод воспринимается биологами как техническая экзотика, а не как полноценный исследовательский инструмент.

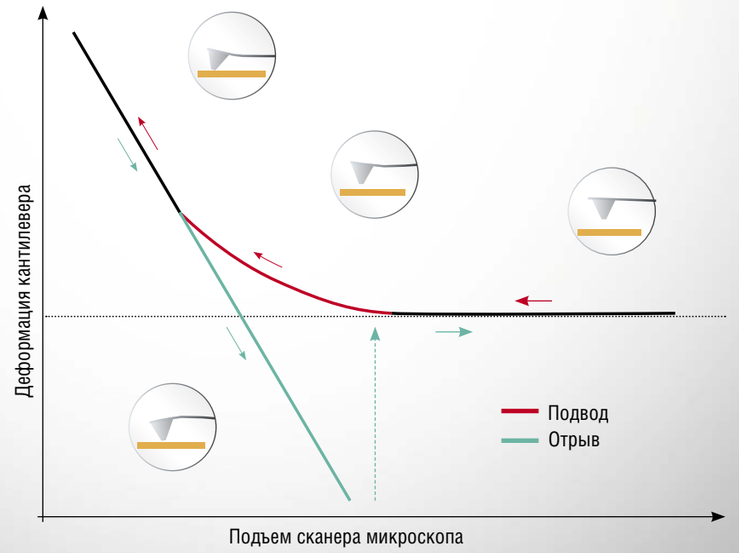
Однако важнейшим, пусть и почти единственным преимуществом визуализации биологических объектов при помощи АСМ по сравнению с электронной микроскопией является возможность выполнения исследований нативных, природных образцов без какой-либо фиксации и специальной пробоподготовки, при физиологических параметрах среды.

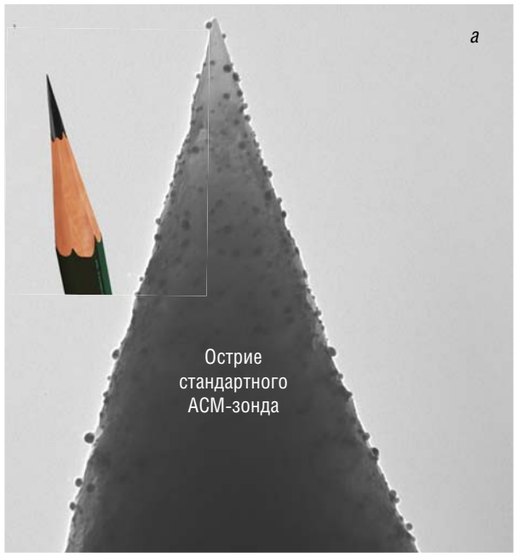
Помимо визуализации рельефа поверхности с субнанометровым разрешением АСМ позволяет осуществлять прямое измерение сил, возникающих при взаимодействии одиночных наноразмерных объектов.

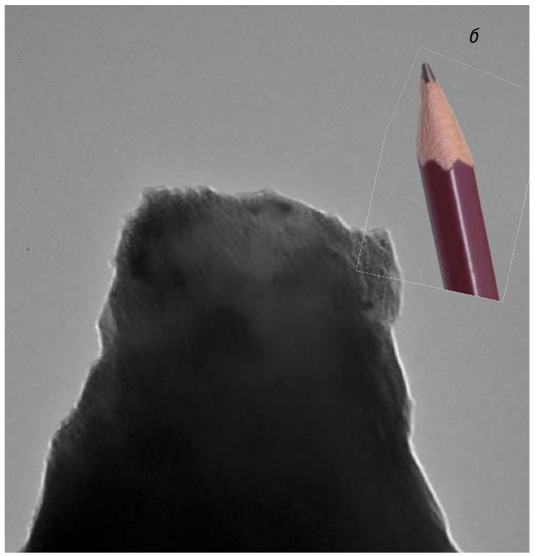
Проводятся такие измерения следующим образом: один объект закрепляется на острие зонда АСМ, а второй фиксируется на подложке, после чего зонд подводится к поверхности подложки до достижения механического контакта, а затем возвращается обратно. В ходе этого перемещения отслеживается деформация упругой консоли (*кантилевера*). Зависимость этого параметра от расстояния между зондом и подложкой называется *силовой кривой*. С ее помощью можно определить величину силы, действующей между исследуемыми объектами. Этот метод, названный *атомно-силовой спектроскопией* (АСС), может использоваться для исследования силовых характеристик взаимодействия самых разнообразных малых объектов: от неорганических наночастиц до вирусов и живых клеток.

Начальным этапом заражения клетки вирусом является *адгезия* (прилипание) вирусной частицы (вириона) к клеточной поверхности с последующим проникновением генетического материала вируса внутрь клетки. Этот процесс, определяемый взаимодействием белковых рецепторов, расположенных на поверхности клетки, с поверхностными белками ви-

Метод атомно-силовой спектроскопии позволяет определить величину силы, действующей между исследуемыми объектами. Для этого один объект закрепляется на острие зонда АСМ, а второй фиксируется на подложке. Зонд подводится к поверхности подложки и затем поднимается обратно. Зависимость деформации кантилевера от расстояния между зондом и подложкой называется силовой кривой







Адекватным методом контроля геометрических параметров зонда атомно-силового микроскопа (*а*) при создании площадки для посадки вириона, является электронная микроскопия, как сканирующая, так и просвечивающая:
б – площадка на острие зонда для посадки крупной вирусной частицы;
в – вирусоподобная частица, закрепленная на острие зонда.
Просвечивающая электронная микроскопия (JEM 1400, Jeol, Япония)

риона, является критически важным для размножения вируса. И, надо отметить, в большинстве случаев изучен недостаточно.

Поистине захватывающие перспективы исследований в этом направлении открывает АСС. Зафиксировав одиночную вирусную частицу на острие зонда АСМ, можно осуществить измерение силы, возникающей при контакте вирусной частицы с поверхностью клетки, исследовать кинетические характеристики данного взаимодействия и даже «вдавить» вирион внутрь клетки, одновременно ведя наблюдение при помощи мощного светового микроскопа. В таком эксперименте исследователь из пассивного наблюдателя превращается в активного участника процесса, осуществляя механическую манипуляцию исследуемым наноразмерным объектом – такую возможность не может предоставить ни один из других видов микроскопии.

Однако фиксация одиночной вирусной частицы на острие зонда атомно-силового микроскопа является весьма непростой задачей. Для успешного проведения эксперимента требуется большая подготовительная работа:

- получить как можно более чистый и концентрированный препарат вируса;
- подготовить на острие зонда площадку подходящего размера для посадки вириона;
- химически активировать поверхность зонда для образования ковалентных связей при контакте с белками вируса;
- убедиться в том, что на зонде закрепился действительно вирион, а не молекулы свободного белка или мелкие фрагменты клеток, всегда присутствующие в препаратах вирусов.

Оценка концентрации и степени чистоты препарата вируса обычно проводится методом просвечивающей электронной микроскопии. Площадку на острие АСМ-зонда, которое обычно изготавливают из кремния или его нитрида, формируют путем длительного сканирования кремниевой или сапфировой подложки при больших значениях развертки и силы прижатия зонда к поверхности. Наиболее наглядной иллюстрацией для этого процесса служит изменение формы острия карандаша в ходе интенсивного рисования.

Главный вопрос, на который необходимо ответить при интерпретации любых результатов атомно-силовой спектроскопии, можно сформулировать следующим образом: «Силы между какими объектами были измерены?»

По меркам микроскопии, клетка высших организмов является относительно крупным (≈ 10 мкм) объектом, поэтому хорошо видна в световом микроскопе, при помощи которого на нее наводится кантилевер атомно-силового микроскопа. Но как быть с самим зондом, на острие которого предполагается наличие вириона? Строго говоря, вместо вириона там может оказаться все, что угодно: монослой белковых молекул, фрагмент клетки или вириона, агрегат из нескольких вирионов, случайное загрязнение и т.д. Кроме того, в процессе измерения вирион может разрушиться или оторваться от зонда. Визуализация же зонда с вирусной частицей методом электронной микроскопии до силовых измерений недопустима, так как под воздействием высушивания, вакуума и пучка электронов вирион приобретет необратимые изменения.

Наиболее эффективным методом решения данной проблемы оказалась визуализация острия зонда АСМ с помощью электронной микроскопии, осуществляемая непосредственно после силовых измерений. Если на острие будет обнаружена вирусная частица, уцелевшая в ходе эксперимента, то все сомнения развеются.

В публикации использованы фото автора

В течение последних пятидесяти лет в результате поистине титанической работы, проделанной электронными микроскопистами всего мира, накоплен огромный багаж знаний в области ультраструктурных аспектов репликации различных вирусов. Создание атомно-силового микроскопа и техники силовой спектроскопии позволило вплотную приблизиться к произвольной механической манипуляции одиночными вирусными частицами. Это выводит изучение взаимодействия вируса с клеткой на принципиально другой уровень – от структурных исследований к функциональным.

При этом атомно-силовая спектроскопия не является конкурентом для электронной микроскопии, а открывает новое самостоятельное направление исследований – наномеханику взаимодействия вирусной частицы с поверхностью клетки. Весьма вероятно, что в самом ближайшем будущем в данном направлении будут совершены фундаментальные открытия, соизмеримые по значимости с достижениями электронной микроскопии в середине прошлого века.

Изучение механизмов связывания вирусных частиц с поверхностью клетки вызывает значительный интерес не только с позиции фундаментальной науки, но и в контексте практических приложений. Более детальное понимание этих механизмов на молекулярном уровне может дать человечеству ключ к созданию эффективных противовирусных препаратов, защищающих клетки от проникновения вирусов.

Литература

Корнеев Д.В., Бессуднова Е.В., Зайцев Б.Н. Изучение взаимодействия наночастиц TiO_2 и поверхности эритроцитов человека методом атомно-силовой спектроскопии // УНЖ. 2012. № 4. С. 73–77.

Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Нижний Новгород: ИФМ РАН, 2004. 182 с.

Alsteens D., Pesavent E., Cheuvart G. et al. Controlled manipulation of bacteriophages using single-virus force spectroscopy // ACSNANO. 2009. V. 3(10). P. 3063–3068.

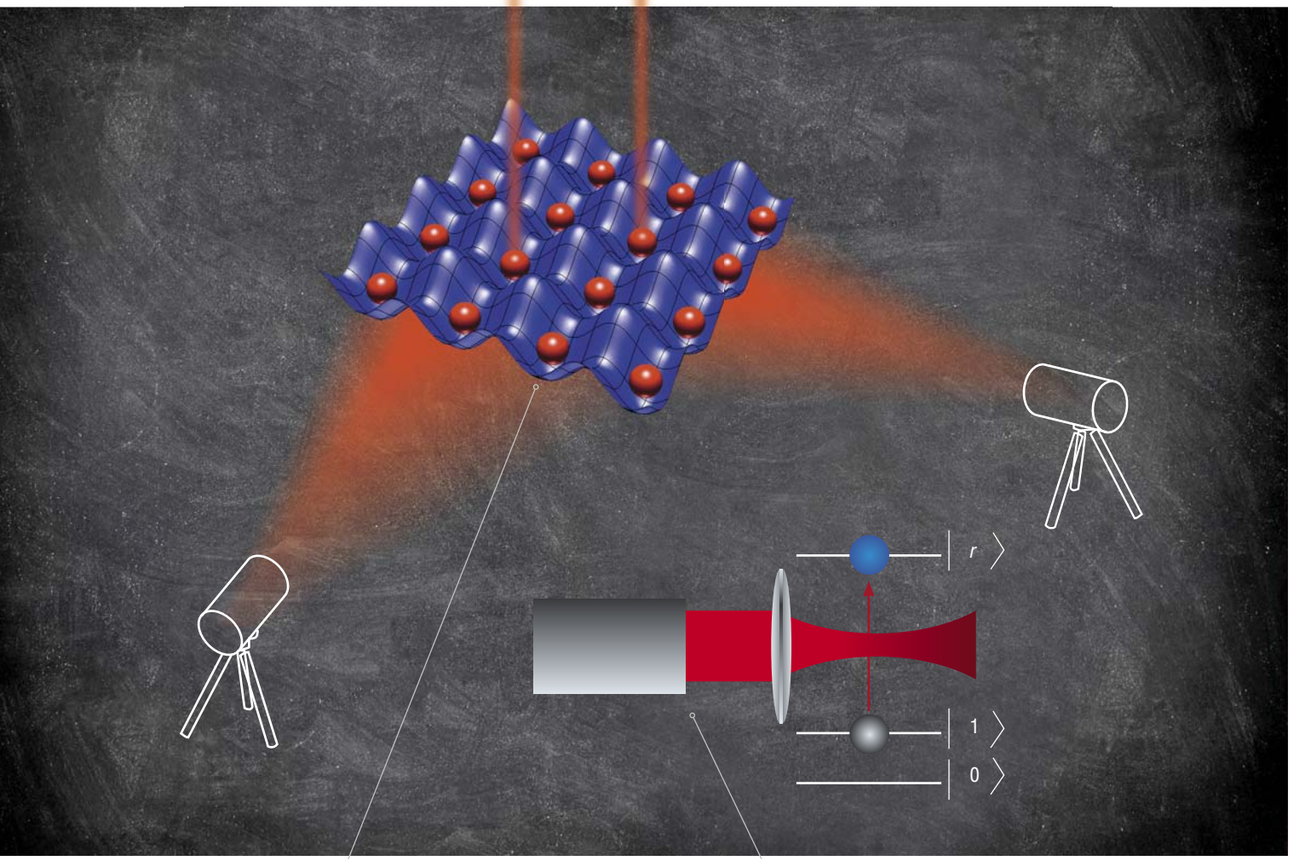
Alsteens D., Trabelsi H., Soumillion P., Dufrene Y.F., Multiparametric atomic force microscopy imaging of single bacteriophages extruding from living bacteria // Nature Communications. V. 4. Article number: 2926.

Binnig G., Quate C.F., Gerber Ch. Atomic force microscope // Phys. Rev. Lett. 1986. V. 56(9). P. 930–933.

Cappella B., Dietler G. Force-distance curves by atomic force microscopy // Surf. Sci. Rep. 1999. V. 34. P. 1–104.

Malkin A.J., Plomp M., McPherson A. Unraveling the architecture of viruses by high-resolution atomic force microscopy // Methods Mol. Biol. 2005. V. 292. P. 85–108.

КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ
на «холодных атомах»



Основа квантового компьютера – кубиты, квантовые объекты, каждый из которых может находиться в одном из двух квантовых состояний. Кубиты могут быть изготовлены на основе атомов щелочных металлов, охлажденных до сверхнизких температур и удерживаемых лазерным излучением. Квантовая информация хранится в двух долгоживущих сверхтонких подуровнях основного состояния атома, рассматриваемых как логические нули и единицы. Взаимодействие атомов друг с другом происходит при лазерном возбуждении высоковозбужденных (ридберговских) состояний

Нередко возникает вопрос: есть ли в современной физике задачи, сопоставимые по значимости с созданием атомной бомбы? Такой задачей можно считать создание квантового компьютера. Хотя этим занимается множество физиков, вопрос о том, можно ли создать практически полезный квантовый компьютер, остается открытым. Интерес к реализации квантовых вычислений вызван даже не столько их практической значимостью, сколько тем, что проблема квантового компьютера тесно связана с одним из магистральных направлений современной науки – управлением отдельными квантовыми системами. Работы в этой области в 2012 г. были удостоены Нобелевской премии по физике

До сих пор прогресс в микроэлектронике иллюстрировался *эмпирическим законом Мура*: каждые два года число транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается. Однако законы квантовой механики ставят предел быстродействию обычных компьютеров, поскольку дальнейшее уменьшение размеров транзистора невозможно из-за эффекта квантового туннелирования электрона через закрытый затвор транзистора.

В настоящее время созданы технологии фотолитографии с разрешающей способностью 14 нм, а квантовый предел ширины затвора составляет приблизительно 5 нм. И в этом смысле квантовые вычисления – это попытка превратить ограничения в преимущество.

Родом из СССР

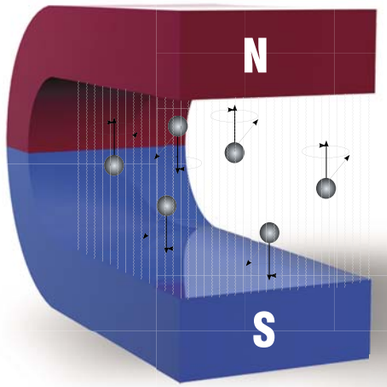
Идея квантовых вычислений имеет российское (советское) происхождение. Еще в 1973 г. математик А. С. Холево опубликовал работу, в которой доказал теорему Холево, что n двухуровневых квантовых систем (квантовых битов) могут хранить информации больше, чем n битов. Спустя семь лет идею создания «квантовых автоматов», т. е. квантового компьютера, выдвинул советский математик Ю. И. Манин во введении к своей книге «Вычислимое и невычислимое» (1980). Но популярность к квантовым компьютерам пришла годом позже, после того как на эту проблему обратил внимание выдающийся американский физик, Нобелевский лауреат Р. Фейнман.

В дальнейшем ученые заинтересовались так называемыми *квантовыми симуляторами* – искусственно созданными квантово-механическими системами, которые могут быть использованы для моделирования физических явлений в более сложных системах. Сами же квантовые компьютеры нужны для решения математических задач, относящихся к категории невычислимых, для которых увеличение массива входных данных ведет к экспоненциальному росту числа операций на классическом компьютере.

Следует отметить, что квантовые компьютеры вовсе не должны заменить обычные компьютеры. Как, например, появление лазеров не привело к исчезновению обычных источников света, – благодаря лазерной технологии появилась возможность решения новых специфических задач. И хотя эффективность квантовых алгоритмов можно демонстрировать на примере таких задач, как факторизация больших чисел, намного более важным может оказаться применение квантовых компьютеров для моделирования физических явлений в сфере нано- и биотехнологий.

БЕТЕРОВ Илья Игоревич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории нелинейных резонансных процессов и лазерной диагностики Института физики полупроводников СО РАН (Новосибирск).
Автор и соавтор более 30 научных работ

Ключевые слова: квантовый компьютер, ридберговские атомы.
Key words: quantum informatics, Rydberg atoms



Кубиты могут быть изготовлены на основе ядер атомов, обладающих собственным магнитным моментом – спином. В магнитном поле спин начинает прецессировать вокруг направления поля, но сохраняет ориентацию вверх или вниз. Два возможных направления спина соответствуют двум состояниям, кодирующим двоичную информацию

Как устроен квантовый компьютер?

Основа квантового компьютера – *квантовый регистр*, система, состоящая из N квантовых объектов, каждый из которых может находиться в двух квантовых состояниях. Такие квантовые объекты называются *квантовыми битами* или *кубитами*. Два состояния кубита «0» и «1» соответствуют логическому нулю и единице. В отличие от классического бита, кубит может находиться в квантовой суперпозиции состояний

$$|\psi 1\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Квантовый регистр из N кубитов может находиться в когерентной суперпозиции 2^N состояний. Элементарная операция в квантовых вычислениях производится над всей суперпозицией – в классическом компьютере для этого потребовалось бы 2^N шагов. Таким образом, квантовый параллелизм является важным практическим преимуществом квантовых вычислений.

Для выполнения квантовых вычислений необходимы как однокубитовые логические операции, когда направленно изменяется квантовое состояние отдельного кубита, так и двухкубитовые, при которых преобразуется состояние двух кубитов одновременно. При этом такие пары кубитов могут оказаться в так называемых перепутанных состояниях, которые привлекают внимание физиков с 1935 г., когда была опубликована статья о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена (A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, 1935).

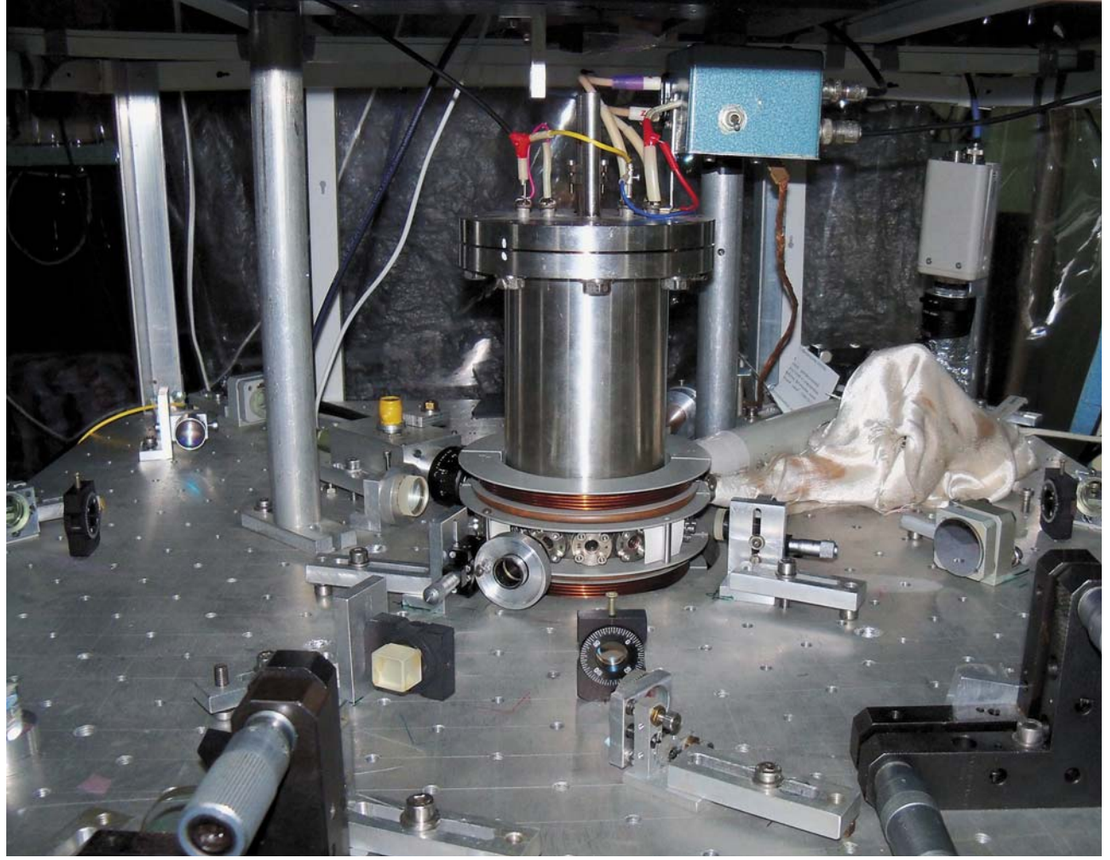
В ИФП СО РАН создана установка для экспериментов с ультрахолодными ридберговскими атомами. Атомы рубидия внутри вакуумной камеры захватываются в магнитооптическую ловушку, образованную тремя парами ортогональных встречных лазерных пучков и двумя катушками, создающими неоднородное магнитное поле. Затем холодные атомы возбуждаются в ридберговские состояния и благодаря огромным величинам дипольных моментов начинают взаимодействовать друг с другом на расстояниях порядка 10 мкм. Для регистрации ридберговских атомов используется метод селективной полевой ионизации, когда атом, находящийся в определенном квантовом состоянии, ионизуется постоянным электрическим полем

В последние десять лет в реализации идеи квантовых компьютеров произошел значительный прогресс. Наиболее важное требование к квантовому компьютеру как физической системе – управление состоянием каждого отдельного кубита и предельная изоляция от внешнего окружения.

В настоящее время рассматриваются различные физические системы, пригодные для реализации квантовых вычислений. Например, в качестве состояний кубита можно рассматривать состояния поляризации фотонов, которые практически не подвержены декогеренции. Основным недостатком подобных схем квантовых вычислений является большая скорость потерь фотонов, сопоставимая со скоростью декогеренции в альтернативных реализациях квантового компьютера.

Квантовую информацию можно кодировать и в сверхтонких состояниях нейтральных атомов, время жизни которых составляет секунды. Дальнодействующие взаимодействия между атомами позволяют выполнять двухкубитовые логические операции. Нейтральные атомы можно захватывать в оптические решетки, образуемые стоячими световыми волнами. Для этого необходимо предварительно охладить атомы до сверхнизких температур силами резонансного светового давления – эти работы также были отмечены Нобелевской премией по физике (1997 г.). В результате удается создать пространственно упорядоченные структуры из нейтральных атомов, захваченных лазерным излучением.

В 2010 г. в университете Висконсин-Мэдисон (США) впервые были продемонстрированы двухкубитовые квантовые логические операции с нейтральными холодными атомами. В настоящее время ведутся работы с 49 кубитами. Близкий подход – применение ионов, охлажденных лазерным излучением за счет сил резонансного светового давления и удерживаемых электрическим полем.



В центре экспериментальной установки ИФП СО РАН расположена вакуумная камера, в которой атомы рубидия охлаждаются лазерным излучением до температур в сотни микрокельвин и возбуждаются в ридберговские состояния. *Фото И. Бетерова*

Для практического применения наибольший интерес представляют твердотельные технологии. Широко известным и достаточно перспективным методом реализации квантового компьютера является использование сверхпроводников. Преимущество такого подхода – большие времена декогеренции несмотря на мезоскопический масштаб отдельных кубитов, где в коллективном движении участвуют ~10^{10} электронов.

Канадская компания *D-Wave Systems* еще в феврале 2007 г. заявила о создании первого образца квантового компьютера с использованием сверхпроводящих кубитов. Эти устройства, тем не менее, не являются полноценными универсальными квантовыми компьютерами, поскольку в них пока не продемонстрировано ускорения вычислений, связанных с квантовым параллелизмом (Cho, 2014).

Ряд направлений, которые могут привести к созданию квантового компьютера на основе сверхпроводников, сегодня развивается в Институте фзики полупроводников СО РАН. Они включают в себя исследование квантовых точек, азотных вакансий в алмазе и взаимодействия ультрахолодных ридберговских атомов. В институте создана и успешно работает единственная в России установка для экспериментов с ультрахолодными ридберговскими атомами, на которой исследуется диполь-дипольное взаимодействие отдельных высоковозбужденных атомов, необходимое для реализации квантовых вычислений.

В заключение стоит отметить, что, несмотря на достигнутые успехи и огромный интерес со стороны физиков, к перспективам возможности создания полноценного квантового компьютера пока следует относиться с осторожным оптимизмом.

Литература

Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Ижевск: РХД. 2001. 352 с.

Манин Ю.И. Вычислимое и невычислимое. М.: Сов. радио, 1980. 128 с.

Feynman R.P. Simulating physics with computers // Int. J. Theor. Phys. 1982. V. 21. P. 467.

ФИТОПАТОГЕННЫЕ НЕМАТОДЫ

урожай под угрозой

М.В. ПРИДАННИКОВ

Нематоды, или круглые черви, – одни из самых многочисленных и широко распространенных многоклеточных животных на нашей планете: на их долю приходится около 4/5 биоразнообразия всего животного мира! Представители около половины видов нематод обитают в почве или в водной среде, однако остальные ведут паразитический образ жизни, представляя большую проблему для сельского хозяйства и медицины

Еще в 1914 г. известный биолог, «отец» американской нематологии Н. Кобб написал: «... если бы вся материя во вселенной, кроме нематод, исчезла бы в один миг, наш мир все равно был бы смутно опознаваем: мы могли бы предположить, где были горы, холмы, долины, реки, озера и океаны лишь по тонкой пленке нематод. Можно было бы определить и расположение городов, так как каждому сообществу людей соответствовало бы скопление определенных нематод. Вдоль несуществующих улиц и аллей все так же, призрачными тенями, стояли бы деревья. Растения и животные оставались бы различимы, и, будь у нас довольно знаний, мы смогли бы во многих случаях даже точно определить их вид, изучив когда-то населявших их паразитических нематод» (Cobb, 1914, с. 472).

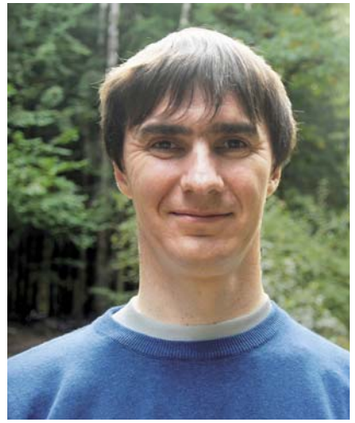
Действительно, биоразнообразие нематод просто поражает: в этом смысле среди всех животных их превосходят только насекомые. При своих малых размерах нематоды заняли практически все экологические ниши, где имеется хоть небольшое количество воды: от горных склонов Гималаев до донных отложений Марианской впадины; от жарких африканских пустынь до холодных почв Арктики и Антарктики; от покровов мелких насекомых до внутренностей кашалотов.

Из более 24 тыс. описанных видов нематод примерно 40% ведут свободный образ жизни и питаются бактериями, грибами, простейшими или даже другими нематодами. Однако около 44% нематод паразитируют на животных, в том числе и на человеке, а оставшиеся в той или иной степени являются связаны с растениями. Практически все известные нам высшие растения могут быть хозяевами одного или более видов паразитических нематод (Lambert & Bekal, 2002).

Мишень – растение

Паразитические нематоды растений (так называемые *фитопаразитические* или *фитопатогенные*) принадлежат к числу наиболее опасных и экономически значимых патогенов сельскохозяйственных культур во всем мире. Среди растений-хозяев этих нематод – многие важные пищевые и кормовые культуры, в том числе зерновые, овощные и бобовые, а также декоративные и цветочные. По некоторым оценкам, общемировые потери урожая сельскохозяйственных культур от паразитирования нематод на растениях оцениваются свыше 77 млрд долл. США в год (Sasser & Freckman, 1987)!

В России известны около 150 видов паразитических нематод, поражающих вегетативные (побег и корень) и генеративные (семена и плоды) органы растений из разных семейств. Кроме того, часть этих нематод является одновременно и переносчиками грибковых, бактериальных и вирусных заболеваний, которые усиливают их негативное влияние на зараженные растения.



ПРИДАННИКОВ Михаил Викторович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитопаразитологии Центра паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Москва), заведующий лабораторией диагностики фитопатогенных организмов Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии Россельхозакадемии (Москва). Автор и соавтор 53 научных работ и 3 патентов

Ключевые слова: паразитические нематоды растений, защита растений.
Key words: plant parasitic nematodes, plant protection

Слева – мигрирующие нематоды *Xiphinema diversicaudatum*, переносчики высокопатогенных вирусов растений картофеля, винограда, персиков, ягодных культур и т.д.; *в центре* – корнеплод моркови, пораженный галловой паразитической нематодой *Meloidogyne hapla*

© М.В. Приданников, 2014

Паразитические нематоды способны поражать все вегетативные части растения (стебель, лист, корень). *Слева* – листья папоротника орляка обыкновенного, пораженные листовой нематодой *Aphelenchoides fragariae*; *внизу* – корни томата, пораженные галловой паразитической нематодой *Meloidogyne incognita*. *Фото В. Чижова*

К сожалению, методы контролирования численности и вредоносности фитопаразитических нематод в настоящее время не отличаются многообразием. Высокоэффективные химические препараты-нематициды из-за своей токсичности оказывают вредное влияние на окружающую среду, в том числе и на здоровье человека, поэтому их применение в сельском хозяйстве ограничено. Применение же биологических препаратов на основе патогенных для нематод бактерий и грибов, а также специализированных хищников, не всегда оправдано экономически.

Наиболее доступным методом на сегодня все еще является профилактика фитогельминтозов путем применения мер по ограничению распространения нематод из очага заражения (карантинные мероприятия), а также такие агротехнические приемы, как возделывание устойчивых сортов и научно-обоснованные системы севооборота.

Нематоды являются второй по видовому разнообразию группой царства животных после насекомых. Паразитические нематоды растений морфологически мало чем отличаются друг от друга, разве что размерами (от 0,5 до 5,0 мм). Червеобразное тело личинок нематод специально приспособлено для продвижения по почвенным капиллярам или межклетному пространству растительной ткани. Основные же различия относятся к проявления изменений растительных органов (симптомов поражения), видимых невооруженным глазом. Галловые нематоды вызывают образование узелков (галлов); листовые нематоды зачастую образуют мозаику на листьях, вызванную гибелью части клеток между жилками листа; мигрирующие корневые паразиты могут стимулировать «бородатость» корней, т. е. образование большого числа маленьких боковых корневых ветвлений; нематоды-переносчики вирусов заражают растения специфическими вирусами, которые, в свою очередь, вызывают хлорозы листьев, выражающиеся в виде их причудливого пожелтения

Паразитические нематоды представляют угрозу и для генеративных частей (плодов и семян) растений. *На фото* – семена риса, пораженные нематодой *Aphelenchoides besseyi* (*а*), значительно отличающиеся по размеру от здоровых (*б*)

Врага – знай в лицо!

Одним из важных моментов в защите растений от вредоносных нематод является их правильная и своевременная диагностика. Лишь точно определив представителя нематод в каждом конкретном случае, можно рекомендовать те или иные защитные мероприятия, которые позволят снизить потери урожая.

На сегодня имеется три основных метода диагностики нематод. При первом (*классическом*) методе идентификации используется ряд морфологических признаков и морфометрических показателей. По внешнему виду можно различать представителей разных семейств, родов или групп нематод. Для идентификации нематод на уровне вида применяются такие количественные

Эти яркие «шарики» на корнях картофеля – защитные цисты золотистой нематоды *Globodera rostochiensis*, образующиеся из покровов самок после завершения их развития. В цистах успешно зимуют яйца и подвижные инвазионные личинки паразита. *Фото В. Чижова*

признаки, как длина и ширина тела, длина стилета, пищевода, половой системы и т. д. Основным инструментом классического метода идентификации нематод являются микроскопы и специальные справочники (*диагностические ключи*).

Современный *молекулярный метод идентификации* нематод основан на исследовании строения отдельных участков их генома. Нужно отметить, что именно свободноживущая нематода *Caenorhabditis elegans* оказалась первым многоклеточным животным, чей геном был полностью «прочитан» (Genome sequence of the nematode *C. elegans*..., 1998).

С каждым годом информации о нуклеотидных последовательностях различных генов паразитических и свободноживущих нематод становится все больше и больше. Сегодня, проведя ряд достаточно рутинных процедур, таких как выделение ДНК, полимеразная цепная реакция с визуализацией результатов в агарозном геле, можно с уверенностью судить о принадлежности исследуемой особи к конкретному виду.

Третий, так называемый *биоиндикаторый метод*, служит в основном для разделения одного вида паразитических нематод на патотипы, т. е. на отдельные внутривидовые группы, отличающие разной патогенностью по отношению к разным видам или сортам растений. К примеру, у картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* известно пять патотипов, а у близкородственного вида *Globodera pallida* – три. Все эти патотипы отличаются их способностью размножаться на различных генетических линиях картофеля.

Определение патотипа нематод является очень важным моментом в селекционной работе по созданию культурных сортов растений, устойчивых к нематодам. Создание сорта, устойчивого лишь к одному патотипу паразита, бесперспективно, поскольку он может быть атакован другим, более агрессивным патотипом.

НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ ФРОНТЕ

Еще почти полвека назад известный советский фитогельминтолог А. А. Парамонов (1968 писал: «Изучение секретов необычайного успеха нематод – этих большей частью мелких животных – одна из важных проблем современной зоологии и всего народного хозяйства».

Именно Парамонов основал в 1952 г. первую в стране Гельминтологическую лабораторию АН СССР, целью которой являлось изучение различных аспектов жизни паразитических нематод растений. В наши дни эту научную «эстафету» приняли лаборатория фитогельминтологии Центра паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н.Северцова РАН и лаборатория диагностики фитопатогенных организмов Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ) Россельхозакадемии.

Работа по изучению паразитических нематод растений ведется здесь по трем основным направлениям: изучение биоразнообразия нематод на территории России и мониторинг распространения основных видов фитопаразитических нематод; создание систем молекулярной идентификации нематод с использованием родо- и видоспецифических праймеров для ПЦР; изучение биологии нематод и механизмов устойчивости растений к нематодам (Приданников и др., 2009).

Итогом кропотливой многолетней работы стала монография «Фитопаразитические нематоды России» под редакцией д.б.н. С. В. Зиновьевой, в которой представлен огромный объем информации по биоразнообразию паразитических нематод растений на территории нашей страны, накопленный в течение последних сорока лет.

На базе ВНИИФ была создана коллекция живых культур фитопаразитических нематод, которая используется, как основа для фундаментальных исследований по филогении нематод и прикладных исследований по устойчивости сельскохозяйственных культур к нематодам.

Для унификации методов идентификации нематод были разработаны диагностические наборы для молекулярно-генетического определения методом ПЦР таких важных для сельского хозяйства видов паразитов, как картофельные цистообразующие нематоды (*Globodera rostochiensis* и *G. pallida*), злаковые цистообразующие нематоды (*Heterodera avenae*, *H. filipjevi* и др.), галловые нематоды (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* и др.) и многих других видов.

Изучение биологии фитопаразитических нематод невозможно без изучения их хозяев – растений, а также их взаимоотношений. Огромный материал по механизмам устойчивости растений к нематодам и использованию этих механизмов в защите растений от нематод позволили разработать ряд перспективных биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных растений от этих паразитов, такие как иммуноцитофит (на основе арахидоновой кислоты) и агрохит (на основе хитозана).

Кроме того, были созданы трансгенные сорта картофеля, сахарной свеклы и рапса, в которые был встроен ген, ответственный за устойчивость растений к цистообразующим нематодам (Dzhavakhiya *et al*., 2007).

Взаимная эволюция паразитических нематод и их растений-хозяев в течение миллионов лет напоминает гонку вооружений: растения вырабатывают все более совершенные механизмы защиты (например, утолщают покровные ткани или увеличивают синтез «антибиотиков»-фитоаллексинов), нематода же, соответственно, – системы нападения (крепкий стилет или непроницаемые для фитонцидов покровы тела).

Мир этих удивительных созданий очень сложен и интересен сам по себе, при этом изучение секретов необычайного эволюционного успеха фитопаразитических нематод важно не только для фундаментальной науки, но и для практических целей – сохранения мирового урожая сельскохозяйственных культур.

В публикации использованы фото автора

Литература

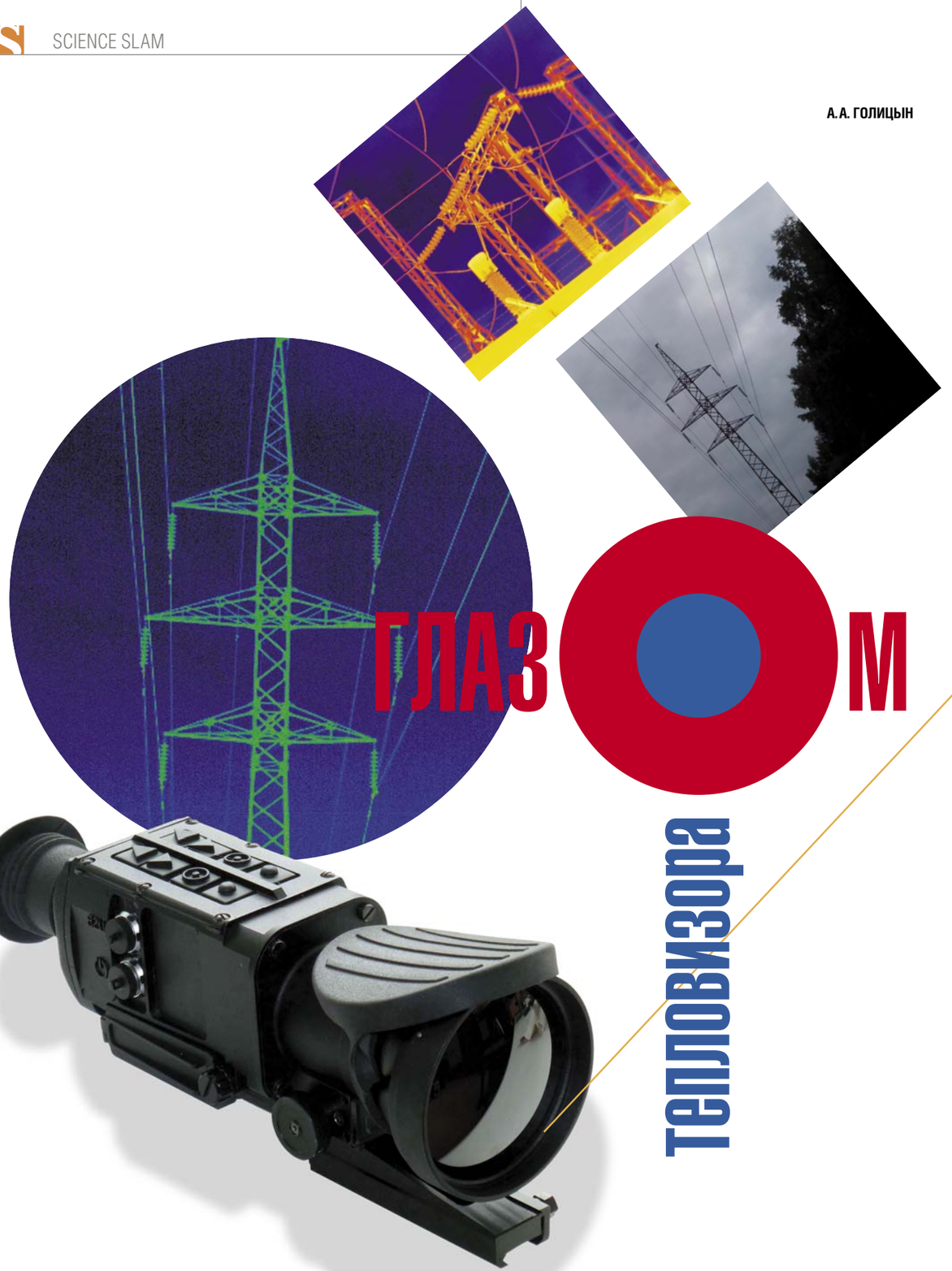
Приданников М. В., Шумилина Д. В., Кромина К. А. Изучение взаимоотношений между нематодами и растениями хозяевами/не хозяевами с использованием модельной системы суспензионной культуры растительных клеток: Материалы III Межрегиональной научн. конф. паразитологов Сибири и Дальнего востока. Новосибирск, 2009. С. 226—228.

Фитопаразитические нематоды России / Под ред. С. В. Зиновьевой и В. Н. Чижовой. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012.

Cobb N. A. Nematodes and their relationships. //Yearbook United States Department of Agriculture. United States Department of Agriculture. 1914. P. 457—490.

Lambert K., Bekal S. Introduction to Plant-Parasitic Nematodes. //The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1218-01.

Sasser J. N., Freckman D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. // Vistas on nematology: A commemoration of the twenty-fifth anniversary of the Society of Nematologists /eds. Veech J. A., Dickson D. W. Hyattsville, MD: Society of Nematologists, 1987. P. 7–14.



ГЛАЗОМ ТЕПЛОВИЗОРА

А. А. ГОЛИЦЫН

Тепловидение – это получение изображения объектов с помощью исходящего от них теплового (инфракрасного) излучения. На сегодня тепловизионная техника имеет достаточно широкое применение. Это и специальные медицинские тепловизоры, и приборы для энергоаудита – поиска утечек тепла в зданиях и на теплотрассах, и всевозможные приборы наблюдения, использующиеся спасателями и охранниками в условиях задымления и отсутствия света и т.д. Все чаще тепловизоры устанавливаются на автомобили для езды в тумане. Помимо мирных целей эти приборы нашли и сугубо военное применение в качестве прицелов и в составе головок самонаведения и т.д.

ГОЛИЦЫН Александр Андреевич – старший инженер-электроник отдела электронных систем Конструкторско-технологического института прикладной микроэлектроники (филиал Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН, Новосибирск). Аспирант Новосибирского государственного технического университета. Автор и соавтор более 40 научных работ

Ключевые слова: тепловидение, инфракрасное излучение, тепловизионный фотоприемник, тепловизионные приборы наблюдения.
Key words: thermovision, infrared radiation, thermal image sensor, thermal surveillance devices

Еще из школьного курса физики все мы знаем, что электромагнитное излучение не ограничивается видимым спектром – существуют еще рентгеновская, ультрафиолетовая и инфракрасная области и радиодиапазон. Также хорошо известно, что каждый объект с температурой, отличной от абсолютного нуля, за счет внутренней энергии испускает так называемое тепловое излучение с непрерывным распределением по спектру длин волн. Примером естественного теплового излучения может служить свечение раскаленного куска железа. При нормальной температуре этот кусок тоже излучает, однако спектр излучения не затрагивает видимую область.

В физике для расчета теплового излучения принята модель *абсолютно черного тела*, тепловое излучение которого описывается *законом Стефана–Больцмана,* который первоначально был выведен экспериментально. Его современный вид основан на представлении, что тепловое излучение генерируется в процессе простого гармонического колебания атомных осцилляторов.

На графиках спектральной плотности излучения черного тела в большом диапазоне температур видно, что спектр меняется в зависимости от температуры: максимум излучения с увеличением температуры смещается в сторону меньших длин волн. Это объясняет причину, по которой не видно свечения железа при нормальной температуре – максимум излучения приходится на невидимую невооруженным глазом область спектра 6–12 мкм. Строго говоря, даже при температуре 1000 К благодаря колоколообразной форме кривой на графике спектральной плотности излучения только часть его приходится на видимую область.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что:

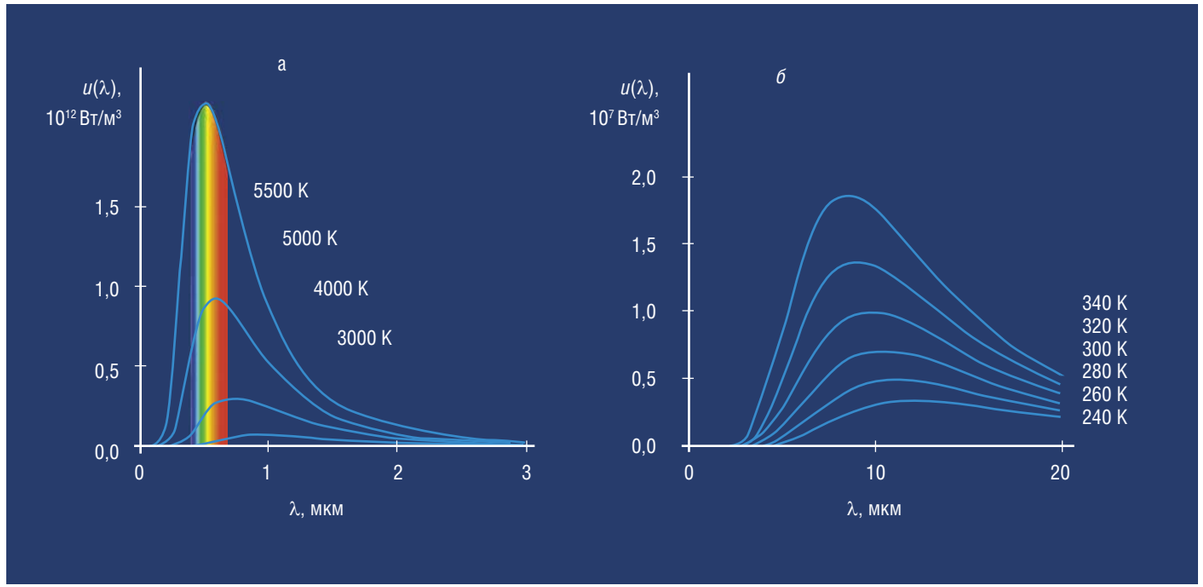
• излучают, т. е. светятся все тела; это означает, что при помощи тепловизора можно наблюдать объекты в условиях полной темноты, так как тепловизор воспринимает собственное электромагнитное излучение объектов;

• чем выше температура тела, тем ярче оно светится; отсюда следует простой алгоритм интерпретации теплового излучения на экране тепловизора: чем выше температура наблюдаемого объекта, тем ярче данный объект;

• при температурах от –30 до +100 °С спектр излучения тел попадает на диапазон 6–16 мкм, поэтому этот диапазон оптимален для наблюдения таких объектов, как люди, животные и деревья, здания, автомобили и т. д. В то же время для тепловизионных головок самонаведения, нацеленных на нагретые двигатели самолетов, оптимален диапазон 3–5 мкм.

Современные тепловизоры используются в самых разных целях, как мирных, так и военных. *На фото слева* – тепловизионный прицел производства ИФП СО РАН (Новосибирск)

© А. А. Голицын, 2014



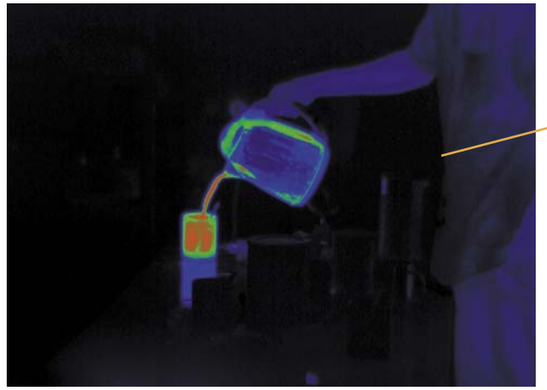
На графиках зависимости спектральной плотности *u* излучения черного тела от длины волны λ для высоко- *(а)* и низкотемпературных *(б)* тел видно, что спектр излучения меняется в зависимости от температуры: с увеличением температуры максимум излучения смещается в сторону меньших длин волн

Еще одним преимуществом тепловизоров, помимо способности видеть в полной темноте, является возможность наблюдать объекты сквозь дым, пыль и туман – все эти среды прозрачны для инфракрасного излучения с длинами волн более 3 мкм. Дело в том, что размер частиц пыли, дыма и мелких капель воды в тумане меньше длин волн электромагнитного излучения, поэтому волны попросту огибают находящиеся в воздухе частицы. Можно наблюдать объекты и сквозь небольшой слой полиэтилена.

И напротив, не все вещества, прозрачные в видимом диапазоне, являются такими же для инфракрасного излучения, например, слой воды толщиной в несколько сантиметров или обычное оконное стекло. Поэтому для изготовления тепловизионных объективов применяются особые материалы, такие как германий.

От серого до радуги

Следует иметь в виду, что закон Стефана-Больцмана справедлив только для абсолютно черных тел. Излучение реальных тел подчиняется *закону излучения Кирхгофа*: отношение излучательной способности любого тела к его поглощательной способности одинаково для всех тел при данной температуре для данной частоты и не зависит от их формы и химической природы. А так как реальные тела имеют поглощательную способность меньше единицы, то они, соответственно, имеют и меньшую излучательную способность. Следовательно, интенсивность излучения для тел с разной шероховатостью поверхности при одной и той же температуре будет разной. Благодаря этому возможно различать объекты, имеющие одинаковую температуру, например, рельеф местности и деревья.



Иногда «температурное видение» тепловизора может быть ошибочным. Так, на тепловизионном изображении полированный металлический чайник кажется менее нагретым, чем вода и стакан, в который она наливается. Более теплыми кажутся пластмассовые накладки и крышка чайника, хотя металический корпус, безусловно, более нагрет

Нередки случаи, когда интенсивность излучения более нагретого тела оказывается меньшей по сравнению с интенсивностью менее нагретого тела. Примером может служить полированный металлический чайник, из которого горячая вода наливается в стакан. Таким образом, для определения температуры поверхности тела по его тепловому изображению необходимо знать коэффициент поглощения тела, т. е. просто «знать, на что смотришь». Зависимость коэффициента поглощения того или иного тела от температуры определяется заранее экспериментально либо вычисляется теоретически и в дальнейшем хранится в памяти тепловизора.

Медицинские тепловизоры оптимизированы для измерения температуры человеческого тела. Соответственно, они непригодны для определения реальной температуры, к примеру, бетонной стены. В приборах, предназначенных для энергоаудита, для относительно точного измерения температуры предусмотрен выбор типа наблюдаемой поверхности – металлическая или пластиковая труба, бетонная или деревянная стена и т. д. Существует еще ряд подобных приборов для научных исследований, для контроля и автоматизации технологических процессов, для поиска утечек газа и т. п. Все такие устройства относятся к классу измерительных тепловизоров.

Следующий класс – *тепловизионные приборы наблюдения*, предназначенные для наблюдения за местностью. К ним относятся тепловизоры, используемые в поисковых и спасательных операциях, в охране, а также автомобильные и прицелы. В поле зрения этих приборов могут попадать одновременно самые разные объекты с различными коэффициентами поглощения и температурами поверхности, поэтому они не оптимизированы для измерения температур, а просто отображают на экране «все, что видят».

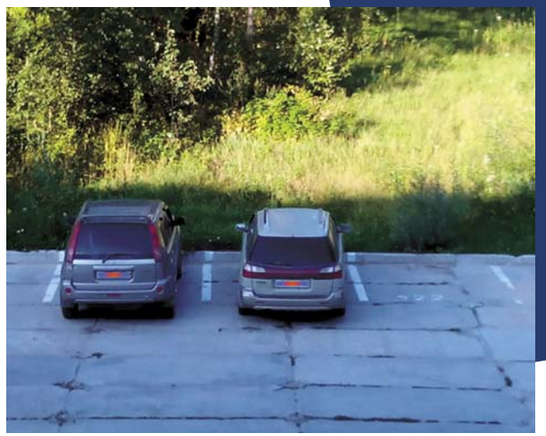
С помощью тепловизора можно наблюдать объекты сквозь дым, пыль и туман: все эти среды являются прозрачными для инфракрасного излучения с длиной волны от 3 мкм и выше

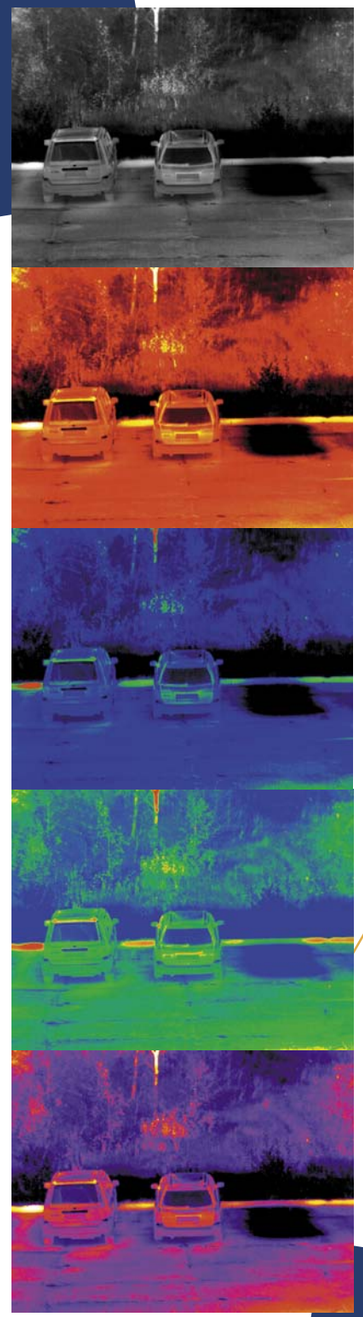
На экранах измерительных тепловизоров традиционно используется цветовое представление тепловой картины. Объекты с меньшей интенсивностью излучения обычно окрашиваются в холодные цвета, с большей интенсивностью излучения – в теплые. Зеленый цвет и промежуточные оттенки обычно используются для отображения объектов со средней интенсивностью излучения. Такая цветовая интерпретация позволяет наглядно показать температуру объектов. В приборах наблюдения обычно приводится монохромное изображение наблюдаемой сцены, на котором лучше видны детали, поскольку современные мониторы лучше всего передают оттенки именно серого цвета.

Фотонные или тепловые?

Основным элементом каждого тепловизора является *тепловизионный фотоприемник* – устройство, преобразующее поток излучения в электрические сигналы изображения.

В настоящее время наибольшее распространение получили фотоприемники в диапазонах 8–14 и 3–5 мкм. Из-за непрозрачности атмосферы в области длин волн 5–8 мкм и выше 14 мкм детекторы для этих диапазонов применяются только на космических аппаратах. Одновременно оба диапазона также не используются – это связанно с трудностью изготовления соответствующих объективов.





Современные тепловизионные приборы позволяют отображать на экране изображение в нескольких палитрах на выбор оператора – от монохромного до псевдоцветного *(справа)*. На тепловизионных изображениях автомобилей на парковке отчетливо виден ненагретый участок бетона, на котором перед съемкой в течении длительного времени находился еще один автомобиль, закрывавший своей тенью бетон от нагрева солнцем

По принципу действия фотоприемники делятся на два типа – *фотонные* и *тепловые*. Фотонные приемники обеспечивают получение изображения за счет *фотоэффекта*, преобразования падающего потока фотонов в электрический сигнал при взаимодействии фотонов с электронной подсистемой материала приемника. Принцип их действия аналогичен фотоприемникам видимого диапазона с некоторыми отличиями, одно из которых заключается в необходимости охлаждения.

Дело в том, что при комнатной температуре собственные внутренние шумы фотоприемника при детектировании фотонов с низкой энергией значительно превышают полезный сигнал, т. е. фотоприемник в этом случае изменяет собственное тепловое излучение. Уровень шума зависит от температуры, поэтому фотоприемник необходимо охлаждать до температуры, при которой внутренние шумы уменьшаются до приемлемого уровня. Для понижения температуры могут применяться различные методы: охлаждение жидким азотом или сжиженным гелием, термоэлектрическое охлаждение на эффекте Пельтье и т. д.

Принцип действия не требующих охлаждения тепловых фотоприемников основан на регистрации изменения свойств материала при изменении его температуры за счет поглощения приходящего излучения. Наибольшее распространение среди тепловых фотоприемников получили *болометры*, использующие изменение сопротивления тонкой металлической, полупроводниковой или сверхпроводящей пленки при нагреве.

При проектировании тепловизионных систем ранее традиционно использовались фотонные фотоприемники, поскольку до недавнего времени технологии не позволяли серийно производить неохлаждаемые детекторы

В Институте физики полупроводников СО РАН им. А. В. Ржанова СО РАН и его филиалах разрабатываются и серийно выпускаются тепловизоры на фотонных и тепловых детекторах. В институте проводится полный цикл работ, необходимый для создания тепловизионной техники, включая расчет оптики, разработку электронных схем, производство объективов и т. д. Кроме того, здесь ведутся работы и по созданию тепловизионных фотоприемников. Среди тепловизионных устройств, выпускаемых институтом, – и отдельные тепловизионные модули, и полноценные приборы: медицинские тепловизоры, охранные камеры, бортовые приборы для вертолетов, стрелковые прицелы. Все приборы имеют высокое качество и технические характеристики на уровне ведущих зарубежных производителей

с достаточной чувствительностью. Однако за последние десять лет ситуация резко изменилась, и сейчас большая часть тепловизоров разрабатывается на неохлаждаемых детекторах, которые имеют меньшее энергопотребление, меньшие габариты и массу, относительную простоту конструкции.

Тепловизоры на неохлаждаемых фотоприемниках имеют больший ресурс и обладают большей надежностью, при этом имеют на порядки меньшую стоимость по сравнению с приборами на фотонных детекторах. К недостаткам относятся меньшая чувствительность и быстродействие. Поэтому там, где требуется большая чувствительность и высокая скорость измерений, до сих пор используются фотонные фотоприемники.

Развитие тепловизионной техники, как и электроники в целом, не стоит на месте. Постоянно происходит совершенствование тепловизионных детекторов, что приводит к улучшению их технических характеристик на фоне удешевления. Дорогостоящие германиевые объективы постепенно заменяются недорогими полимерными.

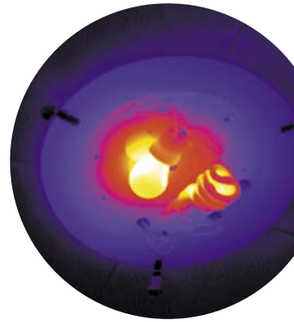
Все это приводит к расширению сфер применения тепловизоров: если в прошлом веке они были доступны только научным лабораториям и военным, то теперь практически любой желающий может купить прибор для анализа тепловых потерь в зданиях, охранную тепловизионную камеру или прибор наблюдения.

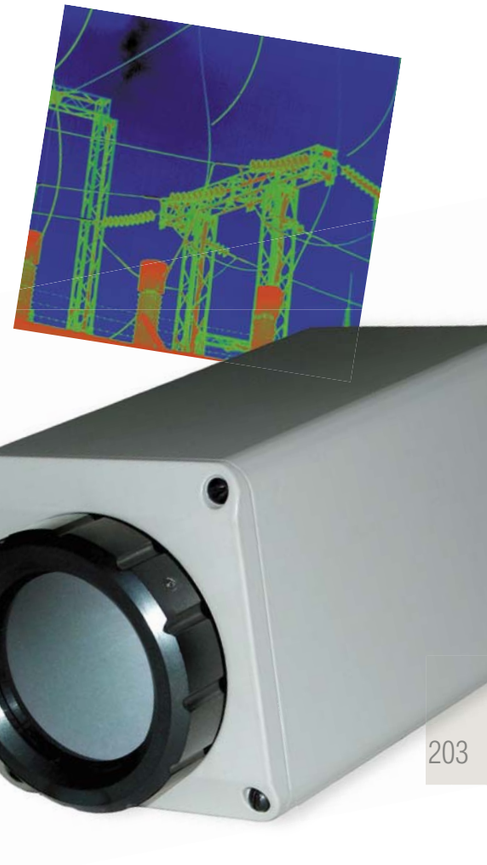
Вероятно, в ближайшее десятилетие тепловизионными приборами наблюдения будут массово оснащаться грузовые автомобили и автобусы, как это произошло с устройствами спутниковой навигации. А наличие тепловизионного детектора станет обычной опцией для планшета или мобильного телефона.

Литература

Джемисон Дж. Э. и др. Физика и техника инфракрасного излучения / Пер. с англ. под общ. ред. Н. В. Васильченко. М.: Книга по требованию, 2013. 640 с.

Коротаев В. В, Мельников Г. С., Михеев С. В. и др. Основы тепловидения: Учебн. пособие. СПб.: НИУ ИТМО. 2012. 122 с.





Медицинская тепловизионная камера производства ИФП СО РАН (Новосибирск)

НЕБЕСНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ статистического имитационного моделирования

М.В. ТАРАСЕНКОВ

Атмосфера является сложной «мутной» средой. Так, солнечное излучение, принимаемое спутниковыми приборами в видимой части спектра, состоит не только из излучения, отраженного от наблюдаемого участка земной поверхности, но и от рассеянного в атмосфере, а также отраженного другими участками земной поверхности. Как результат – атмосфера накладывает свой отпечаток на принимаемое излучение. Процесс переноса излучения в атмосферной среде описывает уравнение, не имеющее в общем случае аналитического решения, поэтому на протяжении многих десятилетий развиваются численные методы его решения

Кадр видеозаписи информационного лазерного луча, рассеянного над Томском в экспериментах с оптической загоризонтной связью

Ныне существует много методов решения уравнения переноса излучения в атмосфере, однако большинство из них имеют свои ограничения на начальные или граничные условия либо на оптические характеристики молекулярно-газовых составляющих атмосферы. Этих недостатков лишен *метод Монте-Карло* или, другими словами, *метод статистического моделирования*. Он подходит для практически любых задач атмосферной оптики, а для многих из них является единственным на настоящий момент эффективным способом решения.

Хотя метод Монте-Карло сегодня широко применяется в атмосферной оптике, ниже мы остановимся только на двух направлениях его использования, которые развиваются в лаборатории распространения оптических сигналов томского Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН. Речь идет об атмосферной коррекции спутниковых изображений и лазерной оптической связи с использованием рассеянного в атмосфере излучения.

Сверху видно все

Современный мир немыслим без самой разнообразной спутниковой информации, которую можно получить буквально для любой точки земной поверхности. Однако использование таких данных имеет свою специфику: для устранения атмосферного влияния спутниковым изображениям требуется математическая обработка – *атмосферная коррекция*.

Эта задача существует уже десятилетия, однако все разработанные методы ее решения имели ограниченную применимость из-за огромного объема спутниковой информации, ведь провести необходимый учет всех основных факторов, влияющих на перенос излучения, очень затруднительно за небольшое время. Поэтому автор, совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. В.В. Беловым, разработал новый алгоритм атмосферной коррекции, который объединил ряд приемов, позволивших значительно сократить время расчетов (Белов, Тарасенков, 2012).

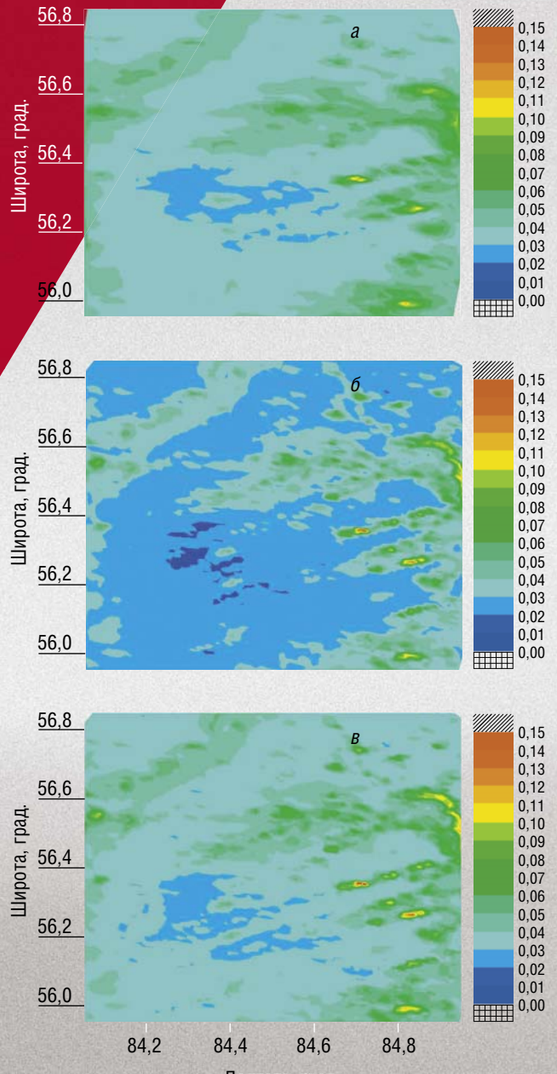
В основу алгоритма положена теория линейных систем, согласно которой процесс формирования изображения характеризуется операторами действия атмосферы как линейной системы. Каждый подпроцесс формирования изображения можно связать с универсальной характеристикой, которая описывает, как излучение взаимодействует с атмосферой. От одного участка земной поверхности к другому эти функции меняются, но для соседних участков это изменение незначительно.

В результате был разработан ряд критериев и приближенных формул, которые при заданной точности расчета позволяют не выполнять повторные расчеты для областей параметров, где эти характеристики меняются незначительно. В свою очередь для расчета каждой величины, определяющей перенос, разработан свой алгоритм метода Монте-Карло. Как показали тестовые расчеты, использование всех этих приемов позволяет сократить время расчетов более чем в шесть раз.

ТАРАСЕНКОВ Михаил Викторович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории распространения оптических сигналов Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (Томск). Автор и соавтор 46 научных работ

Ключевые слова: метод Монте-Карло, уравнение переноса излучения, атмосферная коррекция, оптико-электронная загоризонтная (бистатическая) связь.
Key words: Monte Carlo method, radiative transfer equation, atmospheric correction, over-the-horizon (bistatic) optoelectronic communication

© М.В. Тарасенков, 2014



Результаты расчета коэффициентов отражения участка Томской области на основе данных, полученных 14.07.2013 г. *(а)* и 15.07.2013 г. *(б)*; модифицированные значения коэффициентов отражения на 15.07.2013 г. после коррекции *(в)*

В качестве примера работы комплекса программ на основе метода Монте-Карло рассмотрим атмосферную коррекцию для прибора MODIS спутников TERRA/AQUA, выполненную для изображений участка Томской области, сделанных 14 и 15 июля 2013 г. на длине волны 0,645 мкм с пространственным разрешением 500 м.

В первую очередь нужно выбрать оптическую модель атмосферы. Для этого на основе наземных данных станции «Aeronet» определяется аэрозольная оптическая толщина (АОТ) атмосферы – величина, характеризующая содежание частиц аэрозоля. Из осредненных моделей атмосферы выбирается та, которая наиболее близка по значению АОТ. Данные спутниковых измерений MODIS и оптическая модель являются исходными для расчета величин, определяющих перенос излучения, с помощью алгоритмов метода Монте-Карло.

Полученные величины вносятся в систему нелинейных уравнений, которые решаются численно. Результатом работы программы являются значения коэффициентов отражения земной поверхности на длине волны 0,645 мкм с учетом влияния атмосферных искажений. Полученные значения на 15 июля в среднем на 0,0088 меньше значений 14 июля. И действительно: изображение, полученное при добавлении этой величины к коэффициентам отражения 15 июля, будет практически идентично изображению, полученному 14 июля.

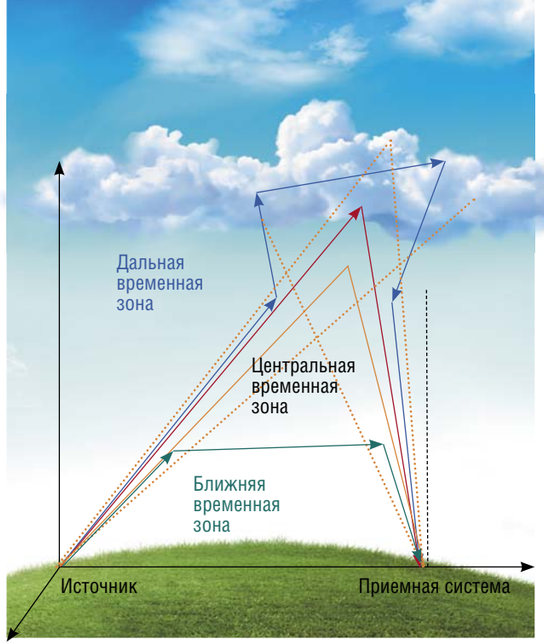
Летом в течение суток в отсутствии осадков отражательные свойства поверхности в среднем меняются незначительно. В целом предложенный комплекс программ дает адекватные результаты для ситуаций с низким количеством аэрозоля в атмосфере, но требует использования более близких к реальным ситуациям атмосферных оптических моделей.

Послание за горизонт

История оптической связи началась с сообщений, передаваемых с помощью костров, а позднее – семафорной азбуки. Во второй половине XX в. появилась возможность построения лазерных систем оптической связи, способных передавать не только телефонные, но и телевизионные и компьютерные сигналы.

Принцип работы таких систем состоит в том, что передаваемая информация некоторым способом вводится в излучение лазерного источника. Пройдя через атмосферу, это излучение регистрируется приемным прибором и декодируется. Однако для работы современных систем лазерной оптической связи необходимо, чтобы источник и приемная система находились в прямой видимости и не экранировались посторонними объектами.

Этого недостатка лишена лазерная оптическая связь на рассеянном в атмосфере излучении (частный случай – загоризонтная оптическая связь). Суть этого способа состоит в том, что посылаемое лазерной системой излучение рассеивается в атмосфере на взвешенных частицах, аэрозоле или облачности; в свою очередь, рассеянное излучение, содержащее передаваемую информацию, принимается оптическим прибором. Идея данного типа связи появилась довольно давно (например, Пожидаев, 1977), но ее практической реализации мешало отсутствие подходящих лазерных источников и достаточно чувствительных приемных приборов.



Учет многократного рассеяния лазерного излучения в случае, когда источник и приемная оптическая система расположены вне зоны прямой видимости, возможен только с использованием метода Монте-Карло

Исследователи из ИОА СО РАН с 2011 г. начали проводить полевые эксперименты по оптической связи на рассеянном излучении. В них использовалось импульсное лазерное излучение на длине волны 510 нм, а информация кодировалась задержкой между опорным и информационным импульсом: 67 мкс соответствовала «0», а 65 мкс – «1».

Эксперименты показали реальную возможность осуществления устойчивой оптической связи на основе излучения, рассеянного облачностью или приземным аэрозолем. Остается открытым вопрос об оптимальных схемах связи и их дальнодействии. Для решения этой задачи проводятся теоретические исследования.

Так, действие атмосферы на произвольный по времени импульс можно определить, зная реакцию атмосферного канала на импульс нулевой длительности и единичной мощности. Сложность определения этой реакции состоит в том, что учет многократного рассеяния для такой схемы расположения источника и приемной системы возможен только методом Монте-Карло. В силу того что угол расходимости лазерного излучения и угол поля зрения малы, область пересечения этих углов также мала.

Как показал анализ, ранее известные алгоритмы метода Монте-Карло для решения подобных задач имеют низкую эффективность в ближней и дальней временных зонах импульсных реакций. В связи с этим был разработан новый алгоритм, который позволил значительно повысить эффективность статистического моделирования, уменьшив время расчетов для получения той же погрешности не менее чем в 6 раз, а в отдельных случаях – даже в 90 раз.

Проведенные расчеты пока не дают ответа, какие схемы связи на рассеянном излучении являются оптимальными, однако можно утверждать, что наличие облачности в центральной временной зоне усиливает принимаемый сигнал, а интенсивных рассеивающих слоев в ближней временной зоне – снижает качество связи и уменьшает потенциальный объем передаваемой информации.

Работы томских оптиков доказали, что метод Монте-Карло (метод статистического моделирования) является на сегодня мощным инструментом для решения самых разных задач атмосферной оптики: от переноса солнечного излучения до распространения лазерного излучения. А с учетом дальнейшего роста производительности вычислительной техники можно утверждать, что роль этого метода в будущем будет только возрастать.

Литература

Белов В.В., Тарасенков М.В. О точности и быстродействии RTM-алгоритмов атмосферной коррекции спутниковых изображений в видимом и УФ-диапазонах // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 07. С. 564–571.

Белов В.В., Тарасенков М.В., Абрамочкин В.Н. и др. Атмосферные бистатические каналы связи с рассеянием. Ч. 1. Методы исследования // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 04. С. 261–267.

Перенос радиации в рассеивающих и поглощающих атмосферах. Стандартные методы счета / Ред. Ж. Ленобль; пер. Ж.К. Золотовой. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 263 с.

Р. А. ФИЛЕНКО

РОЖДЕННЫЕ *подземным* ПОЖАРОМ

Подземное горение углей характерно для многих месторождений мира. Подобные пожары, возникающие под воздействием как природных, так и антропогенных факторов, могут охватывать большую площадь и продолжаться много лет. Все они, независимо от происхождения, наносят большой экономический и экологический ущерб. Однако подземные пожары представляют немалый интерес, на взгляд геолога, ведь горящие угольные пласты являются своего рода «миниатюрными» вулканами, в газовых струях которых идет образование необычных минералов

Самым старым из известных горящих месторождений угля является Горящая гора в Австралии, где подземный пожар длится, по некоторым оценкам, уже около 6 тыс. лет! А подземное горение угля на Фан-Ягнобском месторождении в Таджикистане упоминается еще знаменитым римским писателем-энциклопедистом Плинием Старшим, жившим в первом столетии нашей эры. Затраты на тушение таких пожаров очень велики, да к тому же не всегда эффективны, так как всегда существует вероятность возникновения новых очагов горения.

Но горящие угольные пласты – не только экологическое и экономическое бедствие. Подземные пожары часто сравнивают с природной лабораторией, где в наши дни в условиях высоких температур, достигающих 1200 °С и выше, синтезируются необычные или вовсе не известные минералогам химические соединения. В зависимости от близости к очагу интенсивного горения можно выделить последовательные зоны минералообразования, для которых характерны свои особые минеральные ассоциации.

Минеральные метаморфозы

Известный геолог-минералог Б. В. Чесноков, основоположник нового научного направления – минералогии техногенеза, при изучении горелых угольных отвалов Челябинского угольного бассейна выделил главные процессы «пожарного» минералообразования: возгонка угольного (органического) вещества; интенсивное абиогенное окисление с формированием оксидов; дегидратация водных минералов; обжиг и перекристаллизация; переплавление пород с образованием минералов, характерных для магматических пород (например, силикатов) (Потапов, Максимович, 2006).

Возникающие вследствие подземного горения зоны разуплотнения приводят к проседанию грунтов и образованию сети глубоких трещин, по которым из очага горения к поверхности поднимаются горячие (70—300 °С) струи газа, образующегося в результате горения, переплавления и обжига пород, сопровождаются образованием газов. Эти выделения газов очень напоминают вулканические фумаролы, почему их часто и называют *псевдофумаролами*. Примером могут служить серосодержащие газовые струи, формирующиеся в глубине отвалов и выходящие на их вершинах в виде фумарол с температурой 400—500 °С.

Мигрируя к поверхности, газы вступают во взаимодействие с обломками горных пород. В результате по краям жерл образуются специфические минеральные ассоциации – *фумарольные коры*, которые в зависимости от преобладания тех или иных соединений могут быть сульфатными, хлоридными или аммонийными. В этих минеральных сообществах встречаются виды, нигде ранее не описанные.

ФИЛЕНКО Роман Андреевич – младший научный сотрудник лаборатории геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (Чита). Действительный член Читинского отделения Российского минералогического общества и Забайкальского отделения Русского географического общества. Автор и соавтор более 30 научных и ряда научно-популярных публикаций

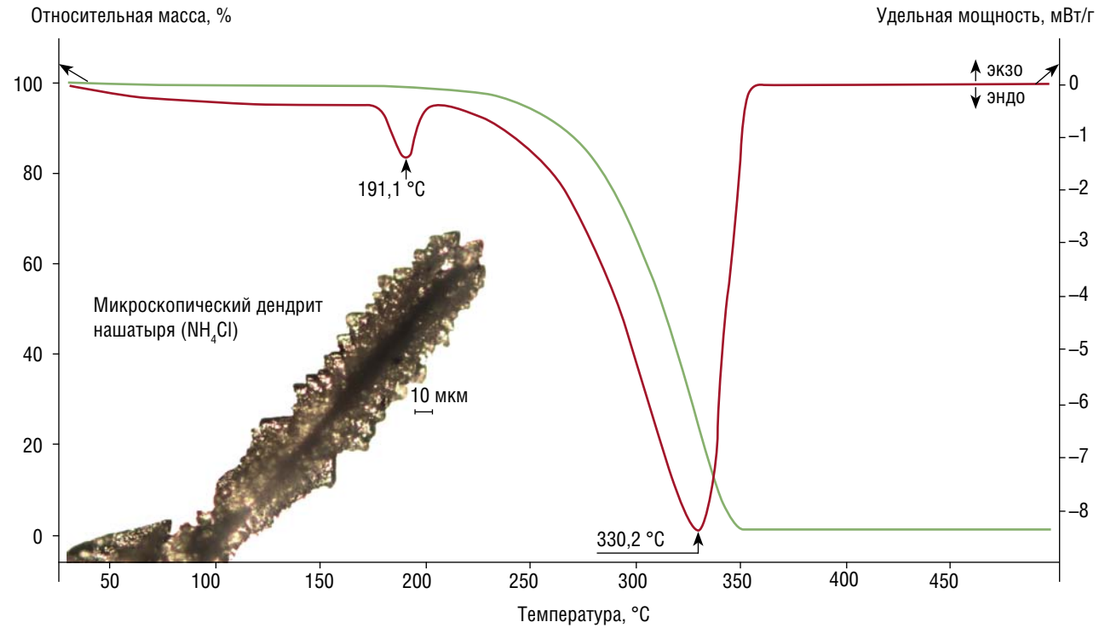
Ключевые слова: современное минералообразование, подземные угольные пожары, термический анализ.
Key words: modern mineral formation, underground coal fires, thermal analysis.

Слева внизу – оплавленные дендритные формы выделения масканьита $(NH_4)_2SO_4$ из псевдофумарольных минеральных ассоциаций Черновского буроугольного месторождения.
Слева вверху – измерение температуры поверхности около выхода горячих газовых струй (псевдофумарол)

© Р. А. Филенко, 2014

Обвал
и проседание
грунта
над выходом
горящего
угольного пласта

Свечение
раскаленной
породы в трещине
(1 м от дневной
поверхности)



Первый эндотермический пик около 191 °C на термограмме нашатыря показывает процесс плавления минерала; большая ступень потери массы и связанный с ней эндотермический пик при 330 °C характеризуют процесс его разложения и возгонки
Фото Н. Ташлыковой

Минералы читинских «фумарол»

Сотрудники лаборатории геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН при участии коллег из лаборатории геофизики криогенеза с 2010 г. ведут наблюдения за подземными пожарами в районе Черновского буроугольного месторождения. Это месторождение, эксплуатация которого была прекращена в 1989 г., располагается на территории г. Чита – столицы Забайкальского края.

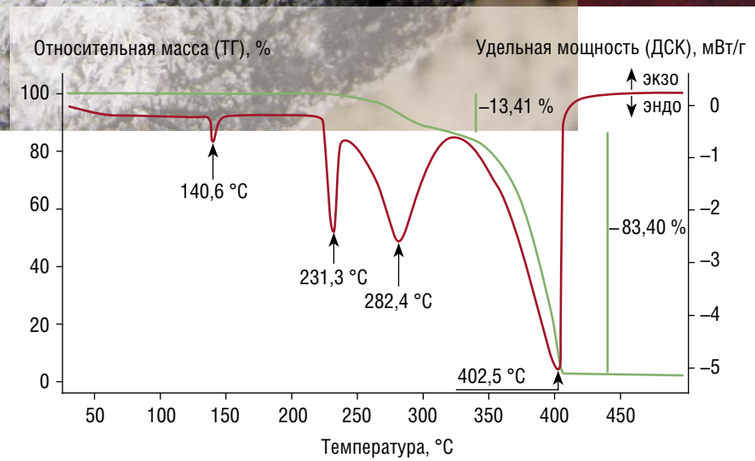
За прошедшие годы здесь были выявлены не только старые долгоживущие очаги возгорания, но и новые – в недавно заброшенных и некультивированных угольных карьерах. Установлено, что очаги этих подземных пожаров постепенно смещаются по угольным пластам со скоростью 0,5—1,0 м/год (Филенко, 2011).

Благодаря ряду физико-химических свойств угли Черновского месторождения обладают способностью самовозгораться. Этому, в том числе, способствует и содержащийся в угле и вмещающих осадочных горных породах тонко вкрапленный сульфид железа – пирит. Судя по данным геологических отчетов, уголь горел в одном из карьеров на восточном фланге месторождения уже во второй половине прошлого века.

Детальное изучение минералогии фумарольной зоны подземных пожаров на Черновском буроугольном месторождении началось в 2013 г. Для диагностики минерального состава фумарольных новообразований использовался *рентгеноструктурный* и *термический* методы анализа.

Если использовать медицинские аналогии, то первый метод исследования можно сравнить с обычным рентгеновским исследованием пациента; второй же, по сути, близок к допросу на детекторе лжи с «пытками» испытуемого. Дело в том, что суть термического анализа состоит в изучении свойств вещества и процессов, происходящих в нем при довольно жестком воздействии – нагревании по заданной программе. Идея использовать термический анализ в этом случае была подсказана книгой известного советского минералога Б. И. Сребродолького «Тайна сезонных минералов» (1989), посвященной современному минералообразованию, в том числе в зоне деятельности подземных пожаров.

В итоге термического анализа мы получаем термограммы (кривые нагревания) в виде синхронно записанных сигналов *термогравиметрии* (ТГ), позволяющих судить об изменении массы образца в зависимости от температуры, и *дифференциальной сканирующей калориметрии* (ДСК), с помощью которых измеряется



На термограмме масканьита $(NH_4)_2SO_4$ показаны ступени потери массы и связанные с ними эндотермические пики, характеризующие процессы плавления, разложения и возгонки минерала.
Красная линия – сигнал ДСК,
Зеленая линия – сигнал ТГ
Вверху – игольчатые и дендритные выделения масканьита

разность тепловых потоков между образцом и эталоном. Ход этих двух кривых термограммы позволяет судить о том, что за минеральная ассоциация скрывается в той или иной пробе.

По пикам термоэффектов и ступеням потери массы образца при нагревании удалось выяснить много интересного о составе и свойствах отдельных минералов, образующихся в фумарольной зоне в разное время года. Например, по пикам плавления на термограммах серы в некоторых пробах удалось обнаружить присутствие одновременно двух полиморфных модификаций: ромбической α-серы и моноклинной β-серы (Филенко, 2012).

Очень выразительно выглядят на термограммах термоэффекты, связанные с разложением минерала и выходом из него отдельных компонентов – они всегда большие и к тому же растянуты во времени. Например, выход молекул воды в новообразованных сульфатах при температурах 100—200 °С. При этом происходит и потеря массы, по которой можно подсчитать число таких молекул и определить минерал. Так, сульфат алюминия может содержать 12, 14 или 16 молекул воды, в зависимости от температурного режима и увлажнения в течение года. Рекордсменами же являются *алуноген*, содержащий 17 молекул, и *милошевичит* – безводный сульфат алюминия. В глубинной зоне обнаружен также безводный тройной сульфат аммония, алюминия и железа – *годовиковит*. В приповерхностных условиях он гидратируется до *чермигита*, содержащего уже 12 молекул воды.

Летом, как правило, большинство этих сульфатов растворяется и на время исчезает, а в сухой период зимой и весной они образуются вновь. В этом и есть смысл сезонности минералообразования, так схожего с процессами, идущими в живой природе.

В начале 2013 г. инженер аналитического центра ИЗК СО РАН Д.С. Суворова с помощью рентгеновского анализа в одной из проб с поверхности фумарол обнаружила настоящую минералогическую редкость – алюмофторид *розенбергит*. В мире это четвертая находка, но в России – первая. Исследование свойств редчайшего минерала еще продолжается, но уже полученные результаты говорят о его схожести с итальянским «родственником» из месторождения Цетино в Тоскане (Olmi *et al.*, 1993).

Работ по всестороннему изучению древних и современных подземных пожаров на Черновском буроугольном месторождении хватит еще не на один год и не на одну научно-исследовательскую лабораторию. Это интересный объект не только для минералогов, но и для палеонтологов, микробиологов, геохимиков и экологов, решающих как прикладные (тушение и предотвращение возгораний), так и фундаментальные (причина возгорания, современное минералообразование) проблемы.

Дендритоподобные и игольчатые выделения серы на поверхности асфальтоподобной (битуминозной) коры над тлеющим угольным пластом на западном фланге Черновского буроугольного месторождения

В публикации использованы фото автора

Литература

Потапов С.С., Максимович Н.Г. К минералогии горелых отвалов Кизеловского угольного бассейна (Пермский край) // Седьмые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. Миасс, 2006. С. 56—67.

Сребродольский Б.И. Тайны сезонных минералов. М.: Наука, 1989. 144 с.

Филенко Р.А. Древние и современные подземные пожары на Черновском буроугольном месторождении // Молодежь и наука Забайкалья: Материалы II молодеж. науч. конф., Чита, 17—20 мая 2011 г. Чита, 2011. С. 18—22.

Работа выполнена при финансовой поддержке СНМ ИПРЭК СО РАН (Конкурс молодежных научных проектов – 2013)

ГОДОВЫЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКТЫ
ЖУРНАЛА «НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ РУК» (ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ)

можно приобрести наложенным платежом через Почту России (только на территории РФ), заполнив заявку:

При заказе ТРЕХ и более номеров журнала – СКИДКА 5%

1. Прошу оформить покупку следующих комплектов/номеров журнала (выбрать нужное):

Годовые комплекты журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:		На русском языке		На английском языке		
2005 г.	2 номера	100 руб.	☐	3 номера	☐	130 руб.
2006 г.	6 номеров	360 руб.	☐	2 номера	☐	100 руб.
2007 г.	6 номеров	420 руб.	☐	7 номеров	☐	490 руб.
2008 г.	6 номеров	480 руб.	☐	6 номеров	☐	480 руб.
2009 г.	6 номеров	540 руб.	☐			
2010 г.	6 номеров	600 руб.	☐			
2011 г.	6 номеров	660 руб.	☐			
2012 г.	6 номеров	720 руб.	☐			
2013 г.	6 номеров	780 руб.	☐			
2014 г.	4 номера	600 руб.	☐			
Коллекцию журналов по ЛЬГОТНОЙ цене: 54 номера		5260 руб.	☐	18 номеров	☐	1200 руб.
Тематические комплекты по ЛЬГОТНОЙ цене:						
№ 1 «Эволюция и происхождение жизни	8 номеров	570 руб.	☐			
№ 2 «Археология»	20 номеров	1 810 руб.	☐			
№ 3 «История освоения Сибири: Великая Северная Экспедиция»	6 номеров	450 руб.	☐			
№ 4 «История науки»	26 номеров	2 360 руб.	☐			
№ 5 «Коренные народы Сибири»	12 номеров	940 руб.	☐			
№ 6 «Человек»	26 номеров	2430 руб.	☐			
№ 7 «Реактивные самолеты»	7 номеров	500 руб.	☐			

Отдельные номера журнала на русском языке:

				Цена одного номера, руб.
2014	№ 1 (55) ☐	№ 2 (56) ☐	№ 3-4 (57-58) ☐	300
	№ 4 (52) ☐		№ 5-6 (53-54) ☐	130 / 260
2013	№ 1 (49) ☐	№ 2 (50) ☐	№ 3 (51) ☐	
2012	№ 4 (46) ☐	№ 5 (47) ☐	№ 6 (48) ☐	120
	№ 1 (43) ☐	№ 2 (44) ☐	№ 3 (45) ☐	
2011	№ 6 (42) ☐	№ 5 (41) ☐	№ 4 (40) ☐	110
	№ 1 (37) ☐	№ 2 (38) ☐	№ 3 (39) ☐	
2010	№ 1 (31) ☐	№ 2 (32) ☐	№ 3 (33) ☐	100
	№ 4 (34) ☐	№ 5 (35) ☐	№ 6 (36) ☐	
2009	№ 1 (25) ☐	№ 2 (26) ☐	№ 3 (27) ☐	90
	№ 4 (28) ☐	№ 5 (29) ☐	№ 6 (30) ☐	
2008	№ 1 (19) ☐	№ 2 (20) ☐	№ 3 (21) ☐	80
	№ 4 (22) ☐	№ 5 (23) ☐	№ 6 (24) ☐	
2007	№ 1 (13) ☐	№ 2 (14) ☐	№ 3 (15) ☐	70
	№ 4 (16) ☐	№ 5 (17) ☐	№ 6 (18) ☐	

				Цена одного номера, руб.
2006	№ 1 (7) ☐	№ 2 (8) ☐	№ 3 (9) ☐	80
	№ 4 (10) ☐	№ 5 (11) ☐	№ 6 (12) ☐	
2005		№ 2 (5) ☐	№ 3 (6) ☐	60

Отдельные номера журнала на английском языке

						Цена одного номера, руб.
2007	№ 1 (13) ☐	№ 2 (14) ☐	№ 3 (15) ☐			90
	№ 4 (16) ☐	№ 5 (17) ☐	№ 6 (18) ☐			
2006	№ 1 (6) ☐	№ 2 (7) ☐	№ 3 (8) ☐			80
	№ 4 (9) ☐	№ 5 (10) ☐	№ 6 (11) ☐	№ 7 (12) ☐		
2005	№ 1 (4) ☐	№ 2 (5) ☐				60
2004	№ 0 (1) ☐	№ 1 (2) ☐	№ 2 (3) ☐			50

2. Ф. И. О. _____

3. Почтовый адрес:
Индекс _____ Город _____

_____

Тел./факс_____ E-mail _____

Комплекты и отдельные номера журналов можно купить в редакции по адресу:
г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 11, тел./факс: (383) 330-27-22, 330-26-67, e-mail: zakaz@infolio-press.ru

Отдельные статьи в формате PDF можно заказать на сайте: *www.sciencefirsthand.ru*

В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

ПОДПИСКА *для* ФИЗИЧЕСКИХ *лиц*

Стоимость подписки на полугодие – 690 руб.
Стоимость подписки на год – 1380 руб.

Чтобы оформить подписку на 2014 г., заполните заявку:

Оплатите стоимость подписки в любом банке

Вышлите заполненную заявку и копию квитанции о переводе денег по адресу:
630090, г. Новосибирск, а/я 96.
Редакция журнала «НАУКА из первых рук»

или **отправьте** *по факсу: 8 (383) 330-26-67*

1. Прошу оформить подписку на журнал «НАУКА из первых рук» на первое, второе полугодие, год (нужное подчеркнуть)
   Количество экземпляров _____
2. Ф. И. О. _____
   _____
   _____
3. Почтовый адрес:
   Индекс _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   Тел./факс_____ E-mail _____

Копия квитанции об оплате от _____
прилагается (дата оплаты)

ИЗВЕЩЕНИЕ

Форма № ПД-4

Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073
Банк: ОАО «МДМ БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821
Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821
Ф. И. О., адрес _____

Журнал «НАУКА из первых рук»	Цена	Кол-во	Сумма

Всего

Кассир

Плательщик

ИЗВЕЩЕНИЕ

Форма № ПД-4

Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073
Банк: ОАО «МДМ БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821
Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821
Ф. И. О., адрес _____

Журнал «НАУКА из первых рук»	Цена	Кол-во	Сумма

Всего

Кассир

Плательщик

*Вы также можете оформить подписку на сайте: www.**sciencefirsthand.ru***

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

ПОДПИСКА *для* ЮРИДИЧЕСКИХ *лиц*

Стоимость подписки на полугодие – 690 руб.
Стоимость подписки на год –1380 руб.

Чтобы оформить подписку на 2014 г., заполните заявку:

1. Полное наименование организации _____
2. Юридический адрес _____
3. ИНН/КПП _____
4. Тел./ факс _____
5. E-mail _____
6. Контактное лицо (Ф.И.О. полностью) _____
7. Ваши реквизиты для получения изданий по почте _____
   Почтовый адрес (включая индекс) _____
8. Получатель издания в организации (отдел, Ф.И.О.) _____
9. Прошу выслать счет на подписку
   журнала «НАУКА из первых рук» на первое, второе полугодие, год (нужное подчеркнуть),
   количество экземпляров _____

   почтой ☐ факсом ☐ e-mail ☐

и вышлите ее по адресу:

Редакция журнала
«НАУКА из первых рук»
630090, г. Новосибирск,
а/я 96

или отправьте по факсу:
8 (383) 330-26-67
или по e-mail: ***zakaz@infolio-press.ru***

Счет на оплату будет выслан
в течение трех рабочих дней после
получения заявки

По всем вопросам обращаться:
Тел.: *8 (383) 330-27-22.*
Факс: *8 (383) 330-26-67,*
e-mail: ***zakaz@infolio-press.ru***

Вы также можете оформить
подписку на нашем сайте:
*www.**sciencefirsthand.ru***
*www.**sibsciencenews.org***

Платежные реквизиты:

ООО «ИНФОЛИО»,
ИНН 5408148073
КПП 540801001
Р/счет 407 02 810 603 120 002 214
в ОАО «МДМ БАНК»,
г. Новосибирск
Кор/счет 30101810100000000821,
БИК 045004821

Подписка по каталогам:

Каталог агентства
«Роспечать» *(стр. 269)*:
индекс **46495**

Подписка on-line

Агентство «Деловая пресса»: www.delpress.ru
Интернет магазин «PRESS cafe»: www. presscafe.ru
МК-периодика: www.periodicals.ru
Информнаука: www. informnauka.com

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

ISSN 18-10-3960