

Познавательный журнал для хороших людей

# НАУКА

из первых рук

4<sup>(40)</sup> ● 2011

[www.scfh.ru](http://www.scfh.ru)

ОПТИМИСТ  
В ПОИСКАХ НЕФТИ

ЛОМОНОСОВ –  
КНИЖНЫЙ  
ОФОРМИТЕЛЬ

ЯДЕРНЫЙ  
ВЗРЫВ  
В РАКОВОЙ  
КЛЕТКЕ

ОБЛАЧНЫЕ  
ПРЕДВЕСТНИКИ  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

*МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛОМОНОСОВ:  
«К приумножению  
полезы и славы  
ОТЕЧЕСТВА»*





Портрет М. В. Ломоносова. Неизвестный художник.  
Вторая половина XVIII в. Холст, масло. Размер: 55х38.  
Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург

Этот портрет М. В. Ломоносова висит в Отделе рукописей Российской национальной библиотеки (Санкт-Петербург). Как отличается этот Ломоносов от привычного образа сидящего к нам вполоборота круглолицего розовощекого человека в красном нарядном кафтане и парике, известного по размноженным копиям портрета кисти художника Г. Преннера! Здесь Ломоносов другой, «домашний», — в простой одежде, без парика, лицо в обрамлении темно-русых волос.

Портрет поступил в Императорскую Публичную библиотеку в 1888 г. от литератора Ивана Ремезова. По семейной легенде, в начале XIX в. картина находилась в Москве, в доме коллежского асессора Андрея Дмитриевича Ремезова, и в 1812 г. была проткнута штыком французского солдата. Видно, что дыру попытались неумело заделать со стороны красочного слоя, а с оборотной стороны к холсту прилепили заплатку. После окончания войны А. Д. Ремезов переехал в Петербург, забрав с собой портрет, который и перешел по наследству к И. Ремезову.

Первое сообщение о портрете появилось в печати в 1972 г. Тогдашний директор Музея М. В. Ломоносова в Ленинграде Валентин Лукич Ченакал написал, что семью годами ранее изображение подверглось экспертизе специалистов по иконографии Ломоносова, которые и подтвердили: это действительно молодой ученый.

Предположительный возраст — 30 лет. В том же году картина была отреставрирована известным советским художником и скульптором С. Т. Коненковым.

Об авторстве портрета специалисты судят очень осторожно, называя его или работой неизвестного художника, или работой школы Федора Степановича Рокотова.

*К. фил. н. Н. П. Коланева (Музей М. В. Ломоносова в МАЭ РАН, Санкт-Петербург)*

*Редакция благодарит Российскую национальную библиотеку  
за предоставленную возможность опубликовать портрет М. В. Ломоносова*

**4.** 2011  
научно-популярный журнал



# НАУКА

из первых рук



## В НОМЕРЕ:

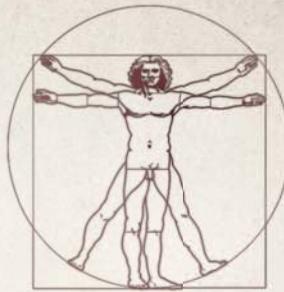
М. В. Ломоносов: «...сколь близко стояла Академия при конечном своем разрушении, которое вместо славы российской к посмеянию, вместо пользы к ущербу, вместо радости любящим науки к печали служило»

Во время Великой Отечественной войны каждый третий российский танк работал на башкирской нефти, открытие которой неразрывно связано с именем академика А. А. Трофимука

Сибирские физики создали действующий образец ускорительной установки для бор-нейтронозахватной терапии, дающей шанс больным с неизлечимыми формами рака

В международном эксперименте «Belle» на японском коллайдере зарегистрированы две новых элементарных частицы с экзотической «молекулярной» структурой, роль атомов в которой играют В-мезоны

Познавательный журнал  
для хороших людей



#### Редакционная коллегия

главный редактор  
акад. Н. Л. Добрецов

заместитель главного редактора  
акад. В. В. Власов

заместитель главного редактора  
акад. В. Ф. Шабанов

ответственный секретарь  
Л. М. Панфилова

акад. М. А. Грачев

акад. А. П. Деревянко

чл.-кор. А. В. Латышев

чл.-кор. Н. П. Похиленко

акад. М. И. Эпов

к. ф.-м. н. Н. Г. Никулин

#### Редакционный совет

акад. Л. И. Афтанас

чл.-кор. Б. В. Базаров

чл.-кор. Е. Г. Бережко

акад. В. В. Болдырев

чл.-кор. А. Г. Дегерменджи

д. м. н. М. И. Душкин

проф. Э. Краузе (Германия)

акад. Н. А. Колчанов

акад. А. Э. Конторович

акад. Э. П. Кругляков

акад. М. И. Кузьмин

акад. Г. Н. Кулипанов

д. ф.-м. н. С. С. Кутателадзе

проф. Я. Липковски (Польша)

чл.-кор. 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

чл.-кор. А. М. Шалагин

акад. В. К. Шумный

д. и. н. А. Х. Элерт

«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:  
630055, Новосибирск,  
ул. Мусы Джалиля, 15  
Тел.: +7 (383) 332-1540, 332-1448  
Факс: +7 (383) 332-1540  
e-mail: zakaz@info-press.ru  
e-mail: editor@info-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 2 000 экз.

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

Дата выхода в свет 20.10.2011

Свободная цена

Перепечатка материалов только  
с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2011  
© «ИНФОЛИО», 2011

#### Над номером работали

К. Андрюнина

Л. Беяева

С. Коротаев

к. б. н. Л. Овчинникова

Л. Панфилова

к. х. н. С. Прокопьев

М. Третьякова

А. Харкевич

Дорогие друзья!

В нынешнем году исполняется триста лет со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова. Несмотря на впечатляющее число научных трудов, посвященных первому русскому академику, подлинная фигура Ломоносова, по словам С. И. Вавилова, «не ясна до сих пор».

Еще в XIX веке В. Г. Белинский отметил, что оценить такого человека можно лишь имея «много сведений, опытности, труда и времени». Увидеть Ломоносова как уникальное явление российской науки, ближе познакомиться с его научными трудами и неустанной деятельностью по организации отечественной науки помогут публикации нового выпуска журнала, подготовленные на основе материалов из фондов Российской национальной библиотеки, Санкт-Петербургского филиала архива РАН и Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамеры) РАН.

В личности Ломоносова органично соединились энциклопедическая образованность и удивительно современный, «мультидисциплинарный» подход к изучению явлений природы. О широте его кругозора и необыкновенном даре находить практическое применение своим знаниям свидетельствует потрясающее разнообразие сконструированных им научных приборов и инструментов, от «ночезрительной трубы» до универсального барометра.

Об этом же говорят и малоизвестные широкой публике работы Ломоносова по художественному оформлению своих трудов, на десятилетия предопределившие развитие русского книжного искусства. Показательный пример – фронтиспис к «Российской грамматике». Знаменитая гравюра, созданная по рисунку И.-Э. Гриммеля, воплощала замысел самого автора: «Представить на возвышенном... месте престол, на котором сидит Российский язык в лице мужеском, крепком, тучном и притом приятном; увенчан лаврами... Подле сидящего Российского языка три нагие грации, схватясь руками, ликуют и из лежащего на столе подле грамматики роза изобилия высыпают к гениям цветы, смешанные с антиками и с легкими инструментами разных наук и художеств».

Активная гражданская позиция не позволяла Ломоносову спокойно сидеть в лаборатории, наблюдая разрушение заложенных Петром I основ Академии наук – «сего великого государственного и полезного учреждения». Предваряя свои буквально выстраданные предложения к ее «исправлению», Ломоносов недвусмысленно формулирует основное призвание академической науки: служить «не токмо к приумножению пользы и славы целого государства, но и к приращению благополучия всего человеческого рода, которое от новых изобретений происходит и по всему свету расширяется».

«Приумножению пользы и славы» Отечества посвятил свою жизнь и наш современник, легендарный академик Андрей Алексеевич Трофимук, чей столетний юбилей также отмечается в этом году. С его именем связано



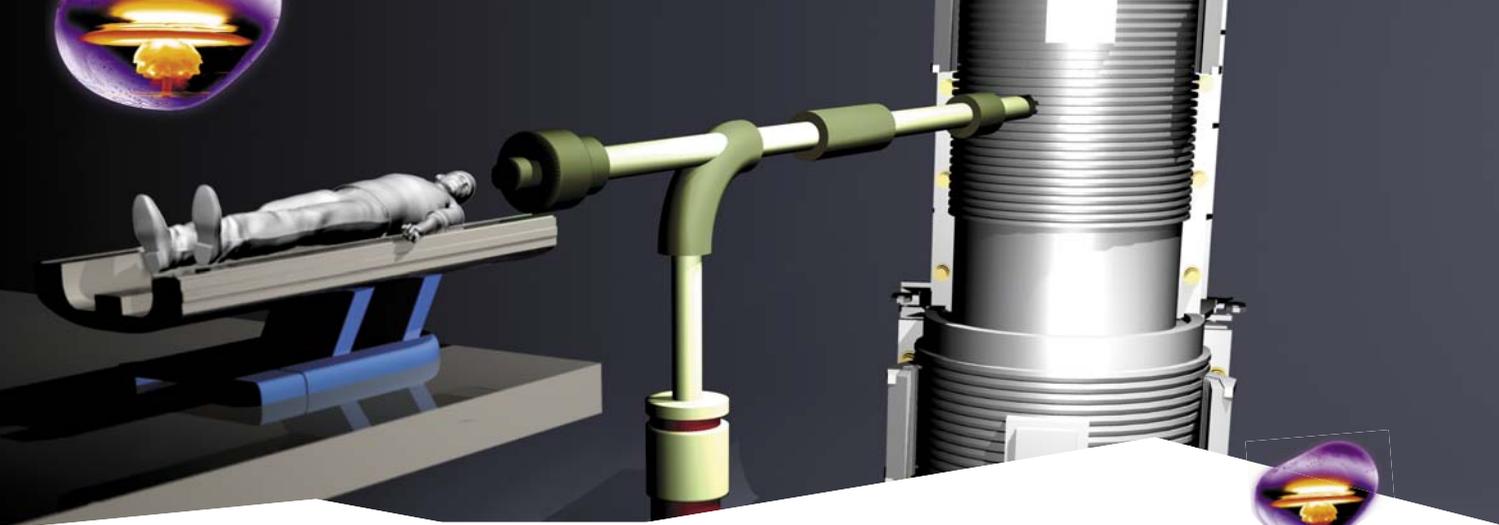
три крупнейших нефтяных открытия XX века – «Второе Баку» в Башкирии, Западносибирская нефтяная провинция и углеводородные залежи Восточной Сибири. Значимость этих открытий трудно переоценить. Достаточно сказать, что за годы Великой Отечественной войны в районе «Второго Баку» была получена десятая часть всей нефтедобычи страны. Каждый третий танк, по словам Н. К. Байбакова, народного комиссара нефтяной промышленности СССР в 1944–1946 гг., работал на горючем из ишимбайской нефти.

На страницах журнала читателя ждет драматическая история открытия башкирских нефтяных месторождений, в том числе Кинзебулатовского, состоявшегося в разгар боев на Курской дуге, – за это открытие Трофимук был удостоен Золотой звезды Героя Социалистического Труда. Особую ценность повествованию придает тот факт, что написано оно буквально по «горячим следам» – в 1947 г.

Трофимук, один из основателей Сибирского отделения Академии наук, без малого пятьдесят лет своей жизни посвятил исследованиям нефтегазоносности огромного сибирского региона. Всего за 16 лет он «словом и делом» принял участие в открытии более трехсот месторождений в Западной Сибири! А с 1987 г. все свои силы ученый отдавал продвижению стратегически важной концепции создания крупных баз нефтедобычи в Восточной Сибири, преодолевая сопротивление «пессимистов от науки» и чиновников-бюрократов.

Этих двух «героев разного времени» объединяет многое, но главное – оба они были труженниками на государственной ниве, истинными патриотами, которые не по обязанности, а по зову души и сердца бросались туда, где видели ущемление интересов Отечества. Ими руководила одна движущая сила, – говоря словами самого Трофимука, желание «добиться действительных преобразований, поднимающих благосостояние народов России, обеспечивающих им заслуженное величие и процветание».

академик Н. Л. Добрецов,  
главный редактор



Новый **РОССИЙСКИЙ АНАЛИЗАТОР** для **БЕСКОНТАКТНОГО** определения химического состава веществ будет не только компактнее, но и на порядок дешевле зарубежных аналогов. **С. 14**

**М. В. ЛОМОНОСОВ:** «Вольность и **СОЮЗ НАУК** необходимо требуют взаимного сообщения и беззавистного позволения в том, что кто знает упражняться. Слеп физик без математики, сухорук без химии». **С. 20**



## .01

### НОВОСТИ НАУКИ

- 6 **А. Ю. Гармаш**  
Квартет из кварков
- 10 **Е. И. Рябчикова, И. А. Пышная, Ю. Е. Спицына**  
Позолотить клетку
- 14 **Д. А. Гаврилов, Т. С. Гаврилова, Н. Б. Преображенский**  
Экспресс-анализ: одним взглядом
- 18 **А. Я. Болсуновский**  
Красноярский след «Фукусимы»

## .02

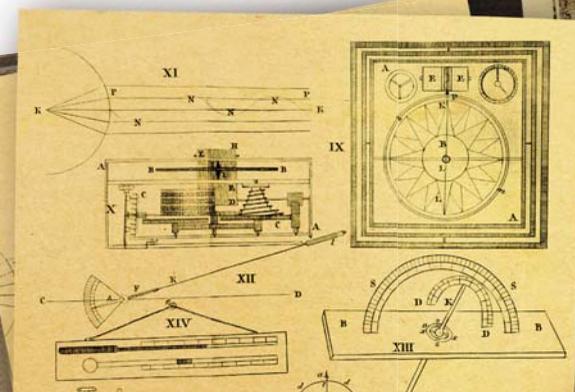
### ИСТОРИЯ НАУКИ

- 20 **Н. П. Копанева**  
Михаил Васильевич Ломоносов: «к приумножению пользы и славы Отечества»
- 44 **Е. М. Лупанова**  
Ночезрительная труба, морской жезл и большой пендул конструкции Ломоносова
- 54 **Н. А. Копанев**  
Книжный оформитель Михайло Ломоносов

## .03

### НАУКА – ОБЩЕСТВУ

- 66 Оптимист в поисках нефти.  
К 100-летию со дня рождения академика А. А. Трофимука
- 88 **С. Ю. Таскаев**  
VITA значит жизнь.  
Бор-нейтрозахватная терапия рака



«Умные» **НАНОСТРУКТУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ** на сопла ракетных двигателей – еще один шаг на пути создания многообразных **КОСМИЧЕСКИХ** систем. **С. 96**

Появление на спутниковых снимках **ОБЛАЧНЫХ АНОМАЛИЙ** может указывать на усиление **СЕЙСМОАКТИВНОСТИ** территории. **С. 104**

В западносибирской тайге проводится эксперимент по интродукции **ДИКУШИ** – **ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЭНДЕМИКА** из семейства тетеревиных. **С. 124**

## .04

### НАУКА – ТЕХНОЛОГИЯМ

- 96 **В. Е. Панин, А. С. Коротеев, В. П. Сергеев, Р. Н. Ризаханов**  
В ракетном горниле

## .05

### ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ

- 104 **Л. И. Морозова**  
Облака – предвестники землетрясений

## .06

### ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА

- 116 **Я. В. Кузьмин, А. В. Гребенников, В. К. Попов**  
Геология и археология обсидиана

## .07

### ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ

- 124 **В. А. Шило, С. Н. Климова**  
«Ноев ковчег» для дикуши



## Квартет из кварков

*В международном эксперименте «Belle», проводившемся на коллайдере в Японии, зарегистрированы экзотические элементарные частицы с двухуровневой кварковой структурой*

Всего лишь полвека назад считалось, что частицы, из которых состоят ядра атомов всех химических элементов – являются неделимыми. Однако с началом эпохи высоких энергий было экспериментально доказано, что протон и нейтрон имеют внутреннюю неоднородную структуру. В соответствии с современными представлениями о строении материи, они, как и многочисленные короткоживущие элементарные частицы, состоят из небольшого числа фундаментальных частиц – *кварков*, различных по массе, заряду и другим внутренним свойствам. Есть шесть типов кварков и столько же типов антикварков, отличающихся от них знаком электрического заряда.

Все известные на сегодня составные элементарные частицы (*адроны*) классифицируются либо как связанные состояния одного кварка и одного антикварка (*мезоны*), либо как связанные состояние трех кварков (*барионы*). Кварковые системы, состоящие из других комбинаций (например, четырех или пяти кварков), не запрещены теорией, но до последнего времени их существование достоверно не было установлено. Теоретическое предсказание свойств таких систем чрезвычайно усложнено ввиду нелинейности уравнений, описывающих взаимодействие кварков.

Системы, состоящие из тяжелых кварка и антикварка (т.е. с- или b- типов) представляют особый интерес для теоретиков, поскольку позволяют провести не только качественный, но и количественный анализ их взаимодействий. В этом отношении уникальной является связанная система кварка и антикварка b-типа, называемая *боттомонием* (от английского *bottom*, по первой

букве которого и получил имя b-кварк). Хотя и не все из предсказанных состояний еще обнаружены экспериментально, характеристики уже наблюдаемых хорошо согласуются с расчетами.

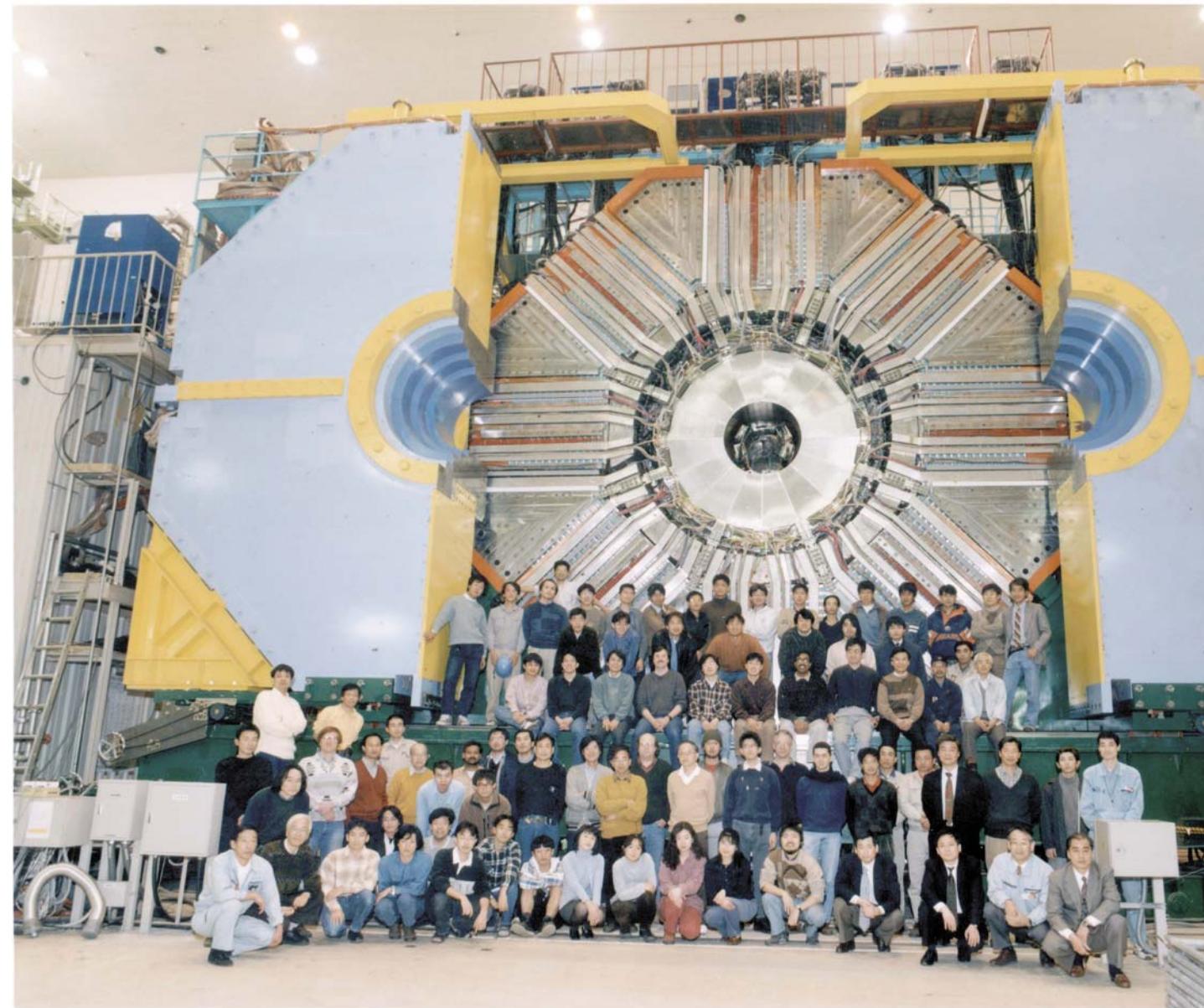
Свойства систем (частиц), в состав которых входят кварки b-типа, изучаются с помощью детектора «Belle», работающем на ускорительно-накопительном комплексе КЕКВ в Японии с 2001 г. Получают их в результате столкновения ускоренных электронов и позитронов, суммарная энергия которых около 10 ГэВ (это в сотни раз меньше, чем в Большом адронном коллайдере).

В эксперименте Belle участвовало более 400 физиков из 13 стран мира. Россия в этом проекте представлена группами из Института теоретической и экспериментальной физики (Москва), Института физики высоких энергий (Протвино) и Института ядерной физики СО РАН (Новосибирск). Главной задачей исследований было изучение распадов B-мезонов, в состав которых входит тяжелый b-кварк и легкий антикварк u- или d-типа.

Первая активная фаза работы была завершена в 2010 г. В ходе многолетних исследований был накоплен огромный объем данных, анализ которых и по сей день продолжается, а получаемые результаты порой являются полной неожиданностью для физиков.

Одним из первых сюрпризов стало обнаружение нового *резонансного* состояния кварковой системы (отличающегося повышенным временем существования), впоследствии обозначенного X(3872)\*. Механизм его рождения и распада указывает на то, что в его состав должна входить пара (с- и анти-с-) кварков. Однако отождествить обнаруженное состояние с одним из возможных «табличных» состояний *чармония* (от английского *charm* – связанной системы кварка и антикварка с-типа) оказалось затруднительным. Изучение свойств X(3872) показало, что оно может являться связанным

\* Число в скобках означает массу частицы, измеренную в мегаэлектронвольтах (МэВ)



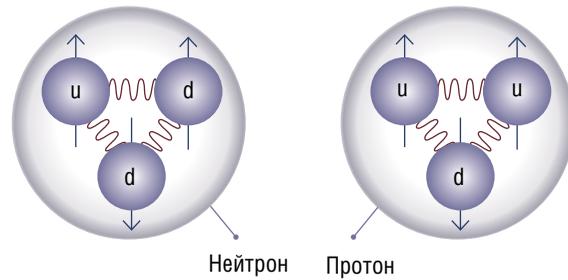
Международный коллектив завершил серию экспериментов на коллайдере КЕКВ в Японии

состоянием двух мезонов D-типа, т.е. как бы «двух-мезонной молекулой». Если бы это удалось доказать однозначно, то X(3872) мог бы стать первым объектом, не укладывающимся в стандартную схему классификации элементарных частиц. Однако полностью не исключены и другие возможные структуры этой частицы.

При увеличении энергии электронов и позитронов выше уровня 9,46 ГэВ (в системе центра масс), соответствующего основному состоянию боттомония  $\Upsilon(1S)$ , в результате взаимодействия может образоваться пара более массивных мезонов – B-типа. Дальнейшее повышение энергии до резонанса  $\Upsilon(5S)$  – 10,86 ГэВ – приводит к тому, что электрон-позитронная пара может аннигилировать во многие состояния, включающие другие типы мезонов. Это существенно расширяет возможности изучения кварковых систем, содержащих b-кварки.

Проведя совместный анализ результатов, полученных в эксперименте «Belle», и данных предыдущих экспериментов, российские ядерщики выдвинули предположение о том, что при распаде  $\Upsilon(5S)$  также возможно более частое, чем ожидается, рождение одного из еще не обнаруженных на тот момент состояний боттомония, условно обозначенное  $h_b$ . Проведенный анализ данных полностью подтвердил эту гипотезу – оно впервые было обнаружено экспериментально, причем вероятность его рождения на несколько порядков превышает ожидаемую величину.

Попытки объяснить механизм наблюдаемого явления привели к гипотезе о том, что  $h_b$  рождается не непосредственно из исходного состояния  $\Upsilon(5S)$ , а с образованием некоторого промежуточного состояния, которое в дальнейшем распадается на  $h_b$  и  $\pi$ -мезон. Дальнейший детальный анализ блестяще подтвердил это смелое предположение. Более того, выяснилось, что на промежуточном этапе образования состояния

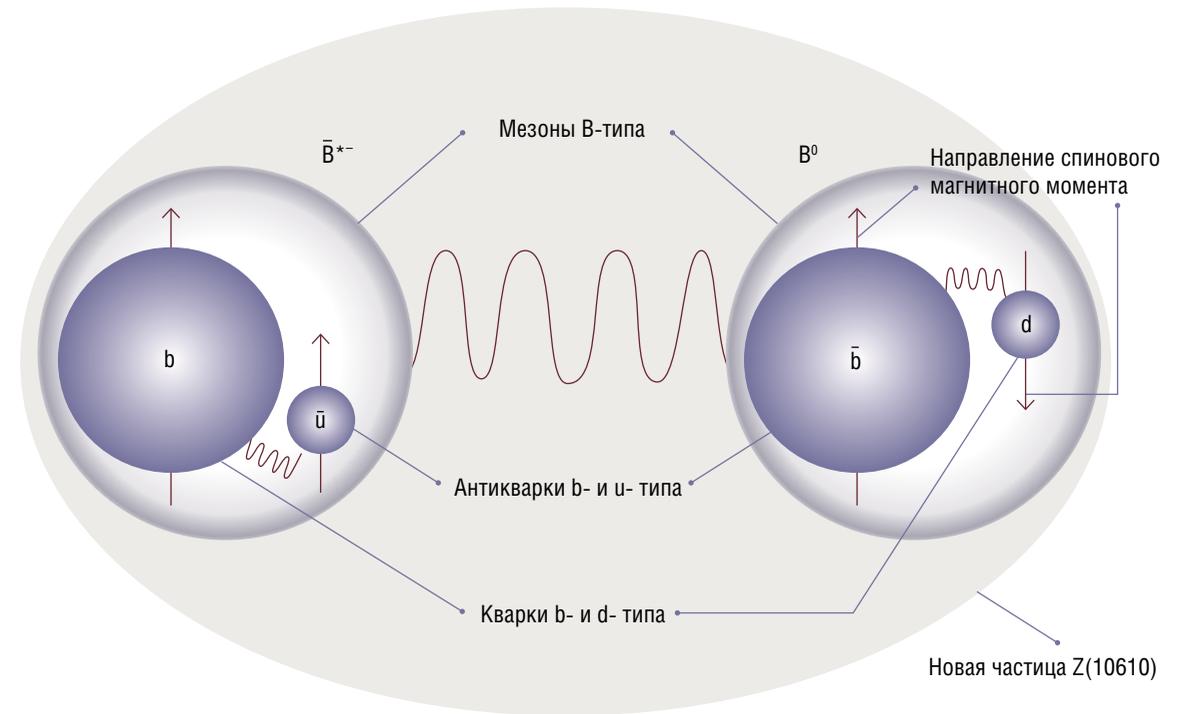


Нуклоны – компоненты ядра любого атома – обладают внутренней структурой. Каждый состоит из трех связанных кварков u- и d- типов

$h_b$  из исходного  $\Upsilon(5S)$  в действительности существует не одно, а сразу два новых состояния.

Новые состояния получили временные обозначения Z(10610) и Z(10650). Они оказались объектами совершенно новой природы. Ясно, что в их состав должна входить пара из b-кварка и  $\bar{b}$ -антикварка. Но поскольку частицы Z(10610) и Z(10650) имеют электрический заряд, значит, в дополнение к электрически нейтральной паре кварков (b и анти-b) в их состав должна входить, по крайней мере, еще одна пара кварк-антикварк разных типов. Таким образом, обнаруженные состояния нарушают применяемую до сих пор схему построения частиц из кварков.

Объединяя всю известную на сегодня экспериментальную информацию о свойствах Z(10610) и Z(10650), российскими физиками совместно с коллегами из США была предложена модель описания новых состояний, согласно которой Z(10610) и Z(10650) являются



не просто комбинацией двух кварков и двух антикварков (b, анти-b, d, анти-u), они имеют более сложную внутреннюю структуру, в которой четыре кварка скомбинированы в две пары тесно связанных между собой тяжелого и легкого кварков (мезонов B-типа). В свою очередь, эта пара B-мезонов образует слабо связанную систему. Таким образом, система в целом представляет собой как бы молекулу, роль атомов в которой играют B-мезоны. Интересно, что B-мезоны, состоящие из тяжелого b-кварка и почти в  $10^3$  раз более легкого антикварка, напоминают атомы водорода, состоящие из протона и электрона.

Хоть экзотическая внутренняя структура новых частиц и несомненно, предложенная молекулярная модель пока является всего лишь одним из возможных описаний, другие варианты еще не исключены. Если оно окажется верным, тогда должен существовать целый ряд схожих состояний.

Впервые зарегистрированная частица с полной энергией 10,61 ГэВ (что приблизительно соответствует массе атома углерода) состоит из 2 кварков и 2 антикварков разного типа, сгруппированных в уникальной иерархической структуре, напоминающей двухатомную молекулу водорода

Некоторые из предсказаний модели можно проверить, используя уже имеющиеся данные, но для проверки других нужны новые эксперименты. Их планируется начать в 2016 г., а пока идут работы по модернизации ускорительно-накопительного комплекса и детектора.

К.ф.-м.н. А.Ю. Гармаш  
(Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск)

## Позолотить клетку

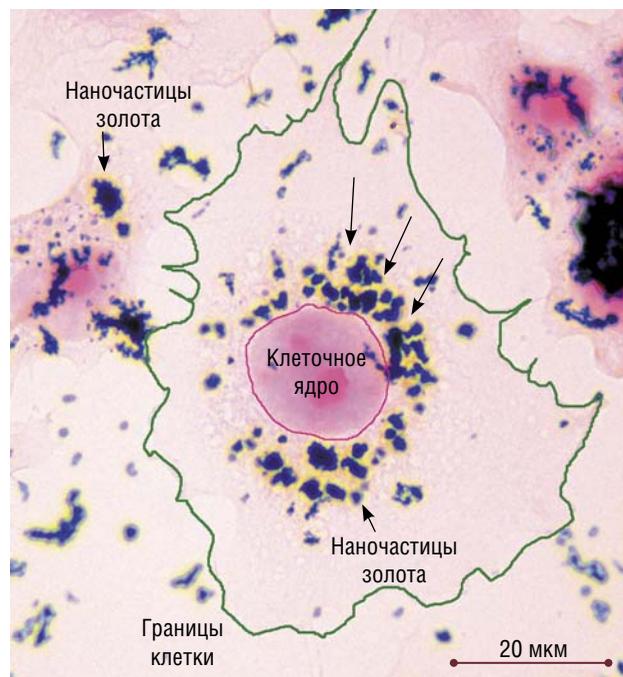
Коллоидное золото, издавна применяемое для лечебных целей, и сегодня под именем «нанозолота» активно используется в медицинской практике и в биомедицинских исследованиях. Однако механизм его терапевтического воздействия на организм до сих пор не установлен. Специалистам из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск) впервые удалось проследить начальные этапы реального взаимодействия золотых наночастиц с клетками в условиях клеточной культуры и организма

Китайские, арабские и индийские ученые получали и использовали коллоидное золото в лечебных целях еще в V–IV вв. до н. э. В средние века его применяли многие врачи, включая знаменитого Парацельса, а алхимики пытались на его основе создать средство, возрождающее молодость и здоровье. В 1857 г. М. Фарадей опубликовал первую статью, посвященную методам синтеза и свойствам коллоидного золота, получившего в конце XX в. модную приставку «нано-». Последняя оказалась не просто лингвистическим довеском: взгляд на коллоидное золото, как на объект нанотехнологий, вызвал всплеск исследований, выявивших новые свойства давно известного металла и новые области его применения.

Сегодня благородный металл применяется в лечении ревматоидного артрита и других тяжелых аутоиммунных заболеваний, а также в медицинской диагностике в качестве контрастирующего агента. Новым перспективным направлением является использование золотых наночастиц как структурной основы наноконструкций, применяющихся для доставки в клетки молекул с лечебным эффектом.

Во всех этих случаях наночастицы золота попадают внутрь организма человека и контактируют с клетками. Но безопасно ли «золотить» организм для борьбы с недугами? Чтобы не навредить пациенту, нужно знать, как наночастицы золота воздействуют на клетки, а для разработки препаратов адресной доставки необходимы сведения о путях проникновения наночастиц в клетку и их перемещении внутри клетки. Очень важен и вопрос о «судьбе» попавшего в клетки нанозолота.

**Ключевые слова:** золотые наночастицы, проникновение в клетки, *in vitro*, *in vivo*.  
**Key words:** gold nanoparticles, internalization, *in vitro*, *in vivo*

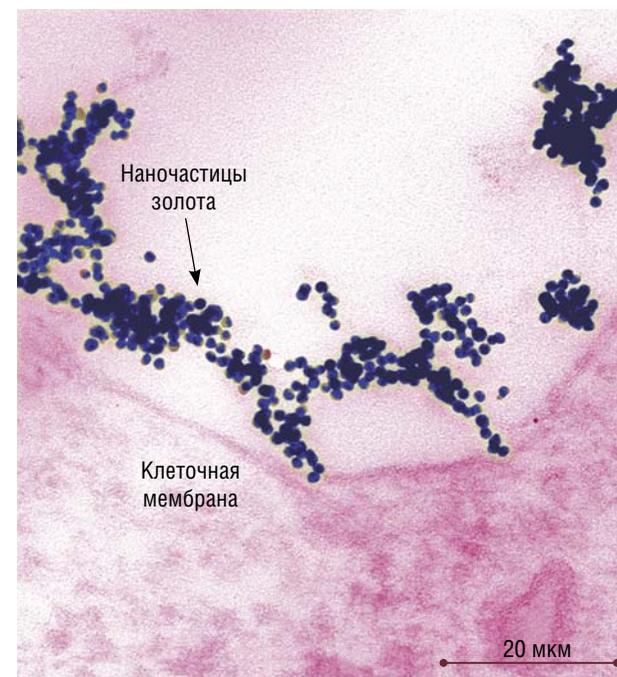


В этой клетке клеточной культуры HeLa, растущей на стекле, идет процесс поглощения наночастиц золота и накопление их в цитоплазме клеток. Световая микроскопия, окраска эозином

Как ни странно, ответы на эти вопросы нельзя найти среди тысяч современных публикаций, посвященных исследованиям этого материала.

Чтобы приблизиться к пониманию механизмов взаимодействия золотых наночастиц с клетками, исследователи из ИХБФМ СО РАН изучили проникновение сферических золотых наночастиц размером около 16 нм в клетки HeLa – широко применяемой культуры клеток человека, а также в клетки гепатомы A1 – опухоли, растущей непосредственно в перитонеальной полости мышей (клетки этой формы опухоли локализируются в асцитической жидкости свободно, не формируя плотных скоплений).

Наночастицы золота добавляли к питательной среде, в которой растут клетки культуры HeLa. При температуре 37 °C в них начинает работать так называемый *эндоцитоз* – процесс захвата клеткой веществ путем втягивания участка плазматической мембраны с последующим формированием внутри клетки пузырьков с внеклеточным содержимым. В зависимости от размеров формирующихся пузырьков говорят о *макро- и микроэндоцитозе*.



При 10°C – температуре, блокирующей процессы поступления веществ в клетку, наночастицы золота быстро собираются в рыхлые ассоциаты размером до 2,5 мкм. Причудливые фигуры из тысяч наночастиц контактируют с плазматической мембраной клетки

Макроэндоцитоз подразделяют на *фагоцитоз*, который обеспечивает поступление в клетку «твердых» частиц (обломков погибших клеток, бактерий), и *макропиноцитоз*, служащий для захвата относительно «больших» объемов внеклеточной жидкости.

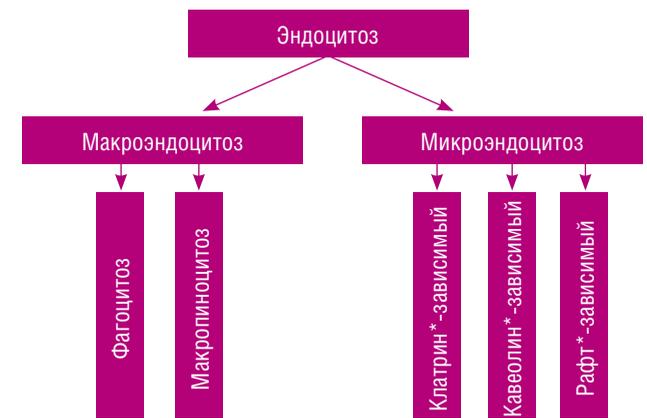
Все виды микроэндоцитоза – *клатрин-зависимый*, *кавеолин-зависимый* и несколько видов *рафт-зависимых*\* – «работают» с отдельными макромолекулами и их группами: захватывают их, сортируют и направляют в «нужное» место; этими же способами проникают в клетку и вирусы. Заканчивая краткий экскурс в терминологию, отметим, что проблемы эндоцитоза относятся к «горячим» направлениям современной биологии и сегодня активно разрабатываются, однако пока хорошо изучен лишь клатрин-зависимый тип эндоцитоза.

Что касается золотых наночастиц, то уже после 5 минут инкубации с клетками HeLa они обнаруживались в «опушенных» пузырьках и ямках – структурах, характерных для клатрин-зависимого эндоцитоза («опушение» образует белок клатрин). Через 30 минут количество «опушенных» структур достигало максимума, а потом постепенно снижалось.

В полном соответствии с «дорожной картой» клатрин-зависимого эндоцитоза наночастицы поступали на «сортировочную» станцию – в ранние, а затем в поздние эндосомы, сформированные мембраной округлые структуры с трубчатыми выростами. Эндосомы различаются набором ферментов и функциями: в ранних происходит сортировка макромолекул и частиц, а поздние расщепляют поступившие вещества с помощью гидролитических ферментов.

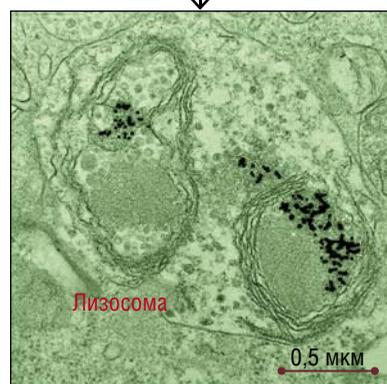
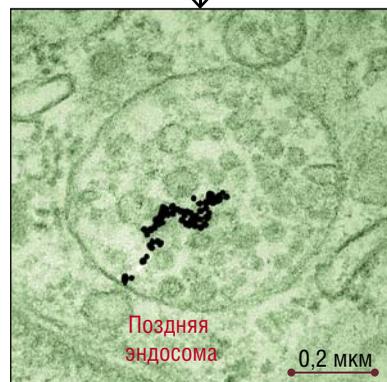
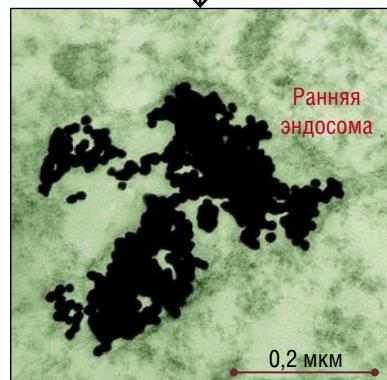
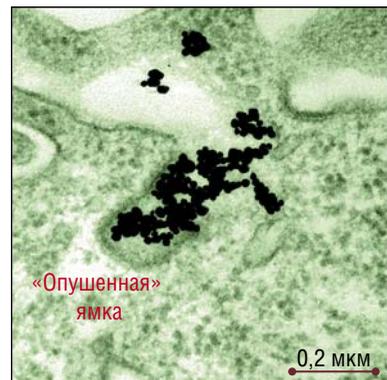
В клетках HeLa число поздних эндосом с наночастицами, как и количество самих наночастиц в них, нарастало в течение нескольких часов. Поздние эндосомы затем, как и положено, трансформировались в *лизосомы*, функцией которых является расщепление как поступивших извне веществ, так и «отработавших свое» собственных клеточных структур.

Однако клатрин-зависимый эндоцитоз обеспечивал поступление в клетки культуры HeLa лишь части золотых наночастиц. Еще часть попадала в клетку посредством схожего с ним *кавеолин-зависимого* эндоцитоза (*кавеолы* – фляжкоподобные углубления плазматической мембраны особого химического состава). Из *кавеол* наночастицы переносились посредством пузырьков в *кавеосомы* (аналоги ранней эндосомы),



Эндоцитоз – процесс захвата клеткой веществ путем втягивания участка плазматической мембраны и последующим формированием различных пузырьков с внеклеточным содержимым

\* *Клатрин* и *кавеолин* – белки, обеспечивающие изгибание плазматической мембраны и формирование пузырьков; *рафты* – скопления липидов в плазматической мембране, организованные особым образом



затем – в поздние эндосомы и т.д. Часть наночастиц попадала в клетку также путем рафт-зависимого эндоцитоза, о чем свидетельствовали редкие пузырьки соответствующей структуры у поверхности клеток.

Судя по данным световой микроскопии, ассоциаты наночастиц проникали в клетку и путем фагоцитоза, как другие крупные объекты. Однако тот факт, что через 2–3 суток инкубации основная масса наночастиц находилась в лизосомах или поздних эндосомах, свидетельствует, что основным путем их проникновения в клетки является все-таки микроэндоцитоз.

Процесс поглощения нанозолота клетками гепатомы А1 у лабораторных мышей отличался рядом особенностей. В основном наночастицы обнаруживались там в мелких пузырьках и трубочках, отражающих активные процессы рафт-зависимого эндоцитоза, а также в структурах, связанных с макроэндоцитозом – фагоцитозом и особенно макропиноцитозом, которые характерны для этих опухолевых клеток.

В процессе макропиноцитоза на поверхности клетки формируются длинные тонкие выросты-складки, которые смыкаются, захватывая все, что попадет внутрь. В результате образуется мембранный пузырь – макропиносома. Процессы утилизации веществ, поступивших в клетку путем макропиноцитоза, изучены слабо – априори считается, что макропиносомы впоследствии сливаются с лизосомами, без чего невозможна утилизация захваченных клеткой веществ. Несомненно лишь, что этот неспецифический путь поступления веществ не характерен для «нормальных» клеток организма, ведущих строгий «надзор» за поступающим в клетку материалом. Зато клетки опухоли с его помощью могут захватывать большие объемы жидкости, из которой они извлекают питательные вещества.

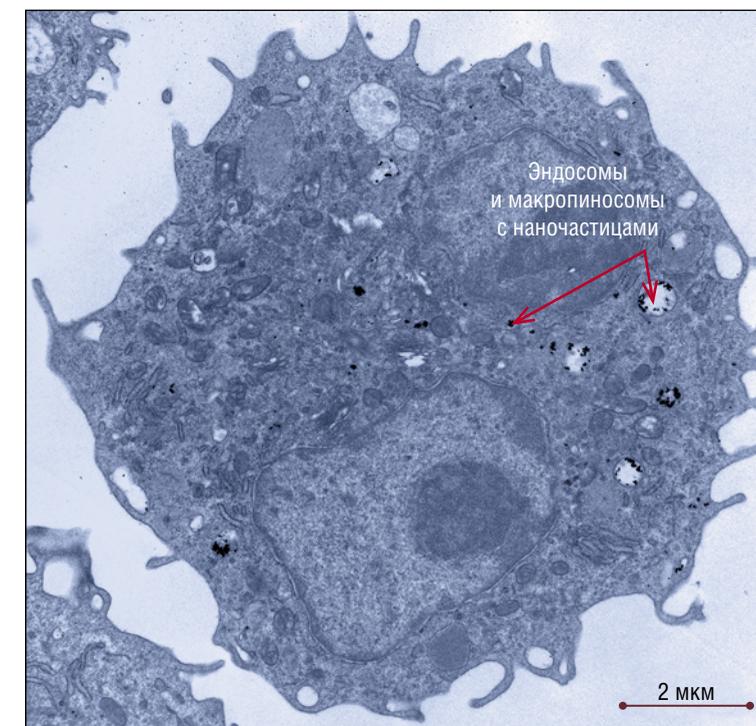
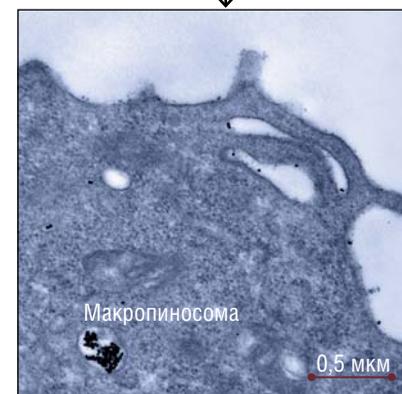
С течением времени проявления рафт-зависимого эндоцитоза в клетках гепатомы уменьшались, а основная масса наночастиц локализовалась в эндосомах и макропиносомах. И спустя несколько часов после введения наночастиц они продолжали оставаться в эндосомах, при этом трансформация последних в лизосомы не наблюдалась.

Судя по результатам этого исследования, разные типы клеток по-разному взаимодействуют с наночастицами золота. Некоторые ученые предполагают, что золотые наночастицы могут непосредственно связываться с клеточными рецепторами. Однако экспериментальные данные свидетельствуют скорее в пользу другой версии: что наночастицы попадают в клетку пассивно, вместе с другими поглощаемыми веществами, и теми путями, которые являются наиболее «естественными» для клеток данного типа.

В обоих случаях золотые наночастицы «застревали» в замкнутом пространстве эндосомально-лизосомальных структур, будучи изолированы от клеточной цитоплазмы непроницаемой мембранной оболочкой. Эти данные необходимо учитывать при конструировании комбинированных лечебных препаратов, так чтобы лечебная молекула могла отделяться от золотого «носителя» и попадать в цитоплазму клетки еще на стадии формирования ранних эндосом.

Конечно, пока ничего нельзя сказать о том, насколько прочной является эта мембранная «ограда», способна ли она удержать наночастицы до момента гибели клетки и не будут ли заключенные в лизосомы наночастицы

Большая часть наночастиц золота поступает в клетки культуры HeLa путем клатрин-зависимого (слева) и схожего с ним кавеолин-зависимого эндоцитоза. Просвечивающая электронная микроскопия



Уже через 10 минут после инъекции наночастиц золота в перитонеальную полость мышей около 80 % опухолевых клеток гепатомы А содержали наночастицы: клетки работали буквально как «выжатые губки» (справа). Для этих клеток характерен макропиноцитоз – неспецифический способ поглощения вещества (слева). Просвечивающая электронная микроскопия

провоцировать патологические реакции клеток? Поиск ответов на эти и другие далеко не «нановопросы» является предметом дальнейших исследований. Что же касается возможных практических приложений, то одному из них посвящен Интеграционный проект СО РАН № 9 «Разработка методов лазерного нагрева металлических наночастиц в биологических тканях для термического разрушения патологических клеток», в рамках которого была выполнена эта работа.

Д.б.н. Е.И. Рябчикова,  
к.х.н И.А. Пышная, Ю.Е. Спицына  
(Институт химической биологии и фундаментальной  
медицины СО РАН, Новосибирск)

*Литература*

Дыкман Л.А., Хлебцов Н.Г. Золотые наночастицы в биологии и медицине: достижения последних лет и перспективы // ACTA NATURAE, 2011. Т. 3. № 2 (9). С. 36–59.  
Chithrani D.B. Optimization of Bio-Nano Interface Using Gold Nanostructures as a Model Nanoparticle System // *Insciences J.* 2011. 1(3). P. 115–135.  
Levy R., Shaheen U., Cesbron Y., See V. Gold nanoparticles delivery in mammalian live cells: a critical review // *Nano Reviews.* 2010. 1: 4889.  
Sharma V., Park R., Srinivasarao M. Colloidal dispersion of gold nanorods: Historical background, optical properties, seed-mediated synthesis, shape separation and self-assembly // *Materials Science and Engineering: R*: 65 (2009). P. 1–38.

## Экспресс-анализ: одним взглядом

В Московском физико-техническом институте при содействии Института точной механики и вычислительной техники РАН создан действующий прототип портативного устройства для быстрого бесконтактного определения состава разнообразных химических веществ, в том числе находящихся в запечатанной прозрачной пластиковой или стеклянной упаковке. По сравнению с другими подобными устройствами новый прибор обладает рядом преимуществ, включая компактность и низкую себестоимость

Подавляющее большинство современных способов молекулярной идентификации веществ включают этап предварительной механической и химической обработки образцов. Это требует значительных временных и финансовых затрат и зачастую приводит к разрушению самого объекта исследования. А что делать, если в качестве последнего выступает, к примеру, уникальный музейный экспонат или драгоценный камень?

К счастью, существуют и другие – «бесконтактные» – способы анализа, основанные на физических методах исследования вещества. Неоспоримым преимуществом многих из них является простота выполнения теста, особенно когда не требуется специальной подготовки образца.

Важное место среди неразрушающих способов исследования вещества занимают оптические методы. В них используется способность каждого вещества генерировать при облучении светом ответный электромагнитный сигнал, спектр которого однозначно определяется атомно-молекулярной структурой этого вещества. По полученному спектру, решив обратную задачу, можно идентифицировать вещества, входящие в состав исследуемого образца.

Одним из наиболее информативных оптических методов является так называемая спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская спектроскопия), в основе которой лежит эффект неупругого рассеяния света. Такой рассеянный световой сигнал, как правило, в миллионы раз слабее исходного, однако с появлением в последние годы мощных лазеров и высокочувствительных фотоэлектрических детекторов стало возможным получать детальные сведения о молекулярном строении практически любых веществ.

Решить эту задачу помогает и активное развитие компьютерных технологий, позволяющих создавать базы данных эталонных спектров и разрабатывать алгоритмы сравнения и распознавания элементов спектра.

Области практического применения метода рамановской спектроскопии очень разнообразны. Главным образом, это контроль качества продукции, прежде всего фармацевтической и химической (нефтехимической) промышленности. Если использовать микродобавки специализированных маркеров, можно закодировать и впоследствии точно идентифицировать номер партии и дату выпуска продукта. Метод успешно используется в криминалистике, ювелирном деле, применяется для экологического мониторинга – контроля вредных примесей в воздухе, воде, почве, а также в сельскохозяйственной продукции. Востребован метод и в современной медицине. Так, вскоре с его помощью можно будет диагностировать заболевания на основе дистанционного анализа маркеров крови в организме, т.е. без взятия клинической пробы.

Сегодня существует ряд молекулярных анализаторов отечественного и зарубежного производства, основанных на методе рамановской спектроскопии. Обычно они представляют собой лабораторные спектрометры со встроенным источником монохроматического излучения. Для оборудования такого типа характерна большая точность измерений, однако у него есть существенный недостаток: чтобы идентифицировать спектральный сигнал, данные передают на внешний компьютер, который должен их интерпретировать и привести к формату базы данных для последующего сравнения. Из-за задержки, вызванной неавтономностью анализатора, эти приборы не могут работать в режиме реального времени, кроме того, они очень громоздки.

Что касается портативных устройств со встроенным дополнительным оборудованием, то число их невелико, к тому же большинство из них используют метод инфра-

**Ключевые слова:** портативный рамановский спектрометр, комбинационное рассеяние света, бесконтактная идентификация, анализ веществ сквозь упаковку.  
**Key words:** portable Raman spectrometer, Raman scattering, contactless recognition of substances, chemical identification through walls of bags



С помощью нового оптического прибора можно быстро и точно определять химический состав вещества даже сквозь упаковку. На фото – Д. А. Гаврилов, один из создателей прибора, демонстрирует его возможности на выставке «РусНаноТех-2010» (Москва)

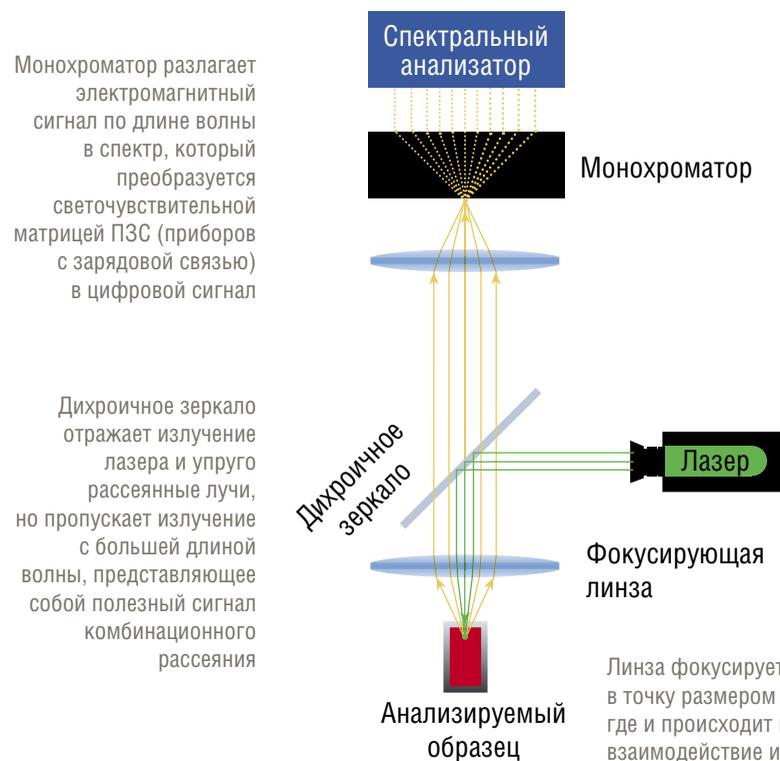
красной спектроскопии поглощения, при котором, как правило, требуется предварительная обработка вещества. Предназначены они в основном для решения узкого круга задач, например для контроля продукции на точное соответствие эталону. Однако для определения неизвестных компонентов смеси веществ такие устройства не годятся. Кроме того, использование подобной аппаратуры химического контроля сдерживается высокой розничной ценой: сегодня она исчисляется многими сотнями тысяч рублей (минимальная цена портативного устройства – 400 тыс. руб.).

Портативный молекулярный анализатор, разработанный в Московском физико-техническом институте при содействии Института точной механики и вычислительной техники РАН, полностью автономен. В качестве встроенного источника излучения используется относительно недорогой полупроводниковый лазер. Такие лазеры миниатюрны, поэтому прибор получился очень компактным. Избавиться от лишнего веса помогли и другие особенности конструкции прибора, например использование дихроичного зеркала. Несмотря на

### СПЕКТР-«ОТПЕЧАТОК»

Явление упругого (рэлеевского) рассеяния света на молекулах вещества известно давно, энергия квантов и длина волны при этом виде рассеяния не меняются. А в начале XX в. был открыт эффект неупругого взаимодействия светового кванта с молекулой, когда она поглощает часть его энергии.

Величина «отобранной» у кванта энергии не является произвольной: она равна разности между двумя различными энергетическими уровнями состояния молекулы. Таким образом в спектре рассеяния монохроматического излучения помимо основной линии на длине волны источника появляются более слабые дополнительные линии, сдвинутые в длинноволновую область спектра. Поскольку каждое вещество имеет свой специфический набор энергетических уровней, получившийся спектр комбинационного рассеяния уникален. Такой своеобразный «отпечаток пальца» можно снять практически со всех органических и неорганических химических соединений в любом агрегатном состоянии



В новом портативном рамановском спектрометре специальной конструкции одно и то же дихроичное зеркало используется как для направления лазерного луча на анализируемый объект, так и для последующего «отсечения» упруго рассеянных световых лучей. Монохроматор, от которого зависит ширина регистрируемого спектрального диапазона, имеет оптимальные размеры, обеспечивающие компактность прибора и хорошую разрешающую способность. Слева – принципиальная схема устройства прибора

Полупроводниковый лазер генерирует монохроматический свет

Линза фокусирует световой пучок в точку размером менее 1 мкм, где и происходит наиболее интенсивное взаимодействие излучения с веществом. Эта точка является и центром ответного сигнала рассеяния

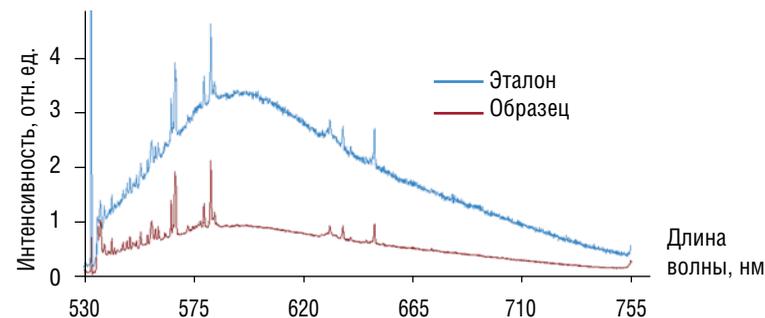
компактность прибора, его спектральное разрешение позволяет безошибочно распознавать большинство представляющих интерес химических соединений.

В качестве эталонов используются спектры, полученные на прецизионном оборудовании. Однако точность оптической идентификации веществ во многом зависит от алгоритмов компьютерной обработки сигнала. В новом приборе применяется алгоритм распознавания, основанный на так называемом *вейвлет-анализе* – разложении спектра по специальным неперiodическим базисным функциям, ограниченным по амплитуде и частоте. Этот способ обработки данных реализован в специализированном вычислительном устройстве, встроенном непосредственно в прибор, что позволило радикально сократить время идентификации.

Испытания прототипа нового прибора были успешно проведены в лабораторных условиях при различном освещении: двух вариантах искусственного освещения, дневном уличном свете, а также в темной комнате. Длительность полного аналитического цикла при этом составила менее 2 секунд.

Конкурентные преимущества нового молекулярного анализатора с красноречивым названием *LightProbe* очевидны. Он по-настоящему компактен – его масса со всем встроенным оборудованием составляет всего 1,9 кг (из коммерческих устройств близкий вес имеет только американский *EnSpectr R532*, но он требует подключения к компьютеру). Что касается стоимости нового устройства, то она на порядок ниже рыночных аналогов. Предполагается, что даже при изготовлении по индивидуальному заказу его цена едва ли будет превышать 70 тыс. руб. В условиях же мелкосерийного производства она может быть существенно ниже.

До сих пор речь шла об универсальном анализаторе. Однако на его основе можно делать более простые устройства, предназначенные для идентификации веществ из интересующей потребителя группы, например лекарственных препаратов. При серийном производстве стоимость таких приборов составит около 25 тыс. руб. Для сравнения: анализатор *TruScan* американской компании «Ahuja» – один из лидеров среди портативных устройств и ближайший конкурент *LightProbe* – в 50 раз дороже.



Максимум за 2 секунды встроенное программное обеспечение молекулярного анализатора *LightProbe* (вверху) сравнит спектр, снятый с анализируемого образца, с эталонными записями. Слева – спектр образца лекарственного препарата бисептол

Достоинства нового прибора позволяют рассчитывать на его внедрение во многие сферы человеческой деятельности. Благодаря оригинальным аппаратным и программно-алгоритмическим решениям он может идентифицировать вещества в реальном времени, и в этом смысле речь идет о совершенствовании так называемых «систем технического зрения». Если сейчас робототехнические устройства способны на расстоянии выполнять визуальный анализ объектов (измерение габаритов, топологии, анализ цветности и т. п.), то в будущем «одним взглядом» смогут определять их качественный и количественный химический состав.

Дополнительные перспективы практического применения открывает возможность проводить анализ веществ, находящихся в прозрачной стеклянной или пластиковой упаковке. Например, можно построить систему неразрушающего производственного контроля, которая позволит рассортировать изготовленную продукцию непосредственно на конвейере. Кроме того, благодаря портативности и быстрдействию прибор идеально подходит и для работы в полевых условиях.

Д. А. Гаврилов, Т. С. Гаврилова (Московский физико-технический институт, Долгопрудный), к. т. н. Н. Б. Преображенский (Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева РАН, Москва)

*Литература*  
Гаврилов Д. А., Леус А. В., Гаврилова Т. С. Применение портативного рамановского спектрометра «Око» в системах безопасности // *T-Comm – телекоммуникации и транспорт*, 2011. № 1. С. 35–37.

*Гигантское комбинационное рассеяние* / Под ред. Р. Ченга, Т. Фуртака. М.: Мир, 1984.

В публикации использованы фото А. Дуковского (МФТИ, Москва)

## Красноярский след «Фукусимы»

В марте 2011 г. цунами, обрушившееся на восточное побережье японского о. Хонсю, вызвало аварию на АЭС «Фукусима». Из-за повреждений в системе охлаждения произошла разгерметизация атомных реакторов, что привело к частичному выбросу ядерного топлива и продуктов его деления. Полностью прекратить утечку радиоактивных веществ в окружающую среду удалось лишь спустя четыре месяца после аварии. За это время «мирные» атомы «Фукусимы» успели рассеяться по всему свету...

В результате природно-техногенной аварии на АЭС «Фукусима» в атмосферу попало огромное количество радионуклидов, среди которых наибольшую опасность для здоровья человека представляют короткоживущий изотоп йода  $^{131}\text{I}$  (период полураспада 8 суток) и искусственные изотопы цезия –  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  (с периодами полураспада 2 года и 30 лет соответственно).

О масштабах катастрофы свидетельствует тот факт, что Агентство ядерной и промышленной безопасности Японии спустя месяц после аварии присвоило ей самый высокий ранг по международной шкале оценки ядерных событий – тот же, что и аварии на Чернобыльской АЭС, случившейся четверть века назад, – хотя по оценкам данного агентства общая активность выброшенных из японской АЭС радионуклидов была вдесятеро меньше, чем в Чернобыле.

Сразу после аварии было официально объявлено, что радионуклиды с «Фукусимы» не попадут на территорию России, так как в Японии в это время доминируют восточные ветры, дующие в сторону Северной Америки. Действительно, в воздушном пространстве США, на расстоянии 7 тыс. км от Японии, через 5 дней появился техногенный ксенон-133 (один из наиболее «летучих» радионуклидов), а затем и радиоактивные изотопы йода и цезия. Впоследствии радиоактивное облако, пройдя над территорией США и Атлантическим океаном, достигло евроазиатского континента.

Первые достоверные данные по радиоактивным осадкам в Европе относятся к территории Греции: здесь 24 марта – 9 апреля обнаружили наличие техногенных

**Ключевые слова:** авария на АЭС «Фукусима», радиоактивное загрязнение, техногенные радионуклиды, цезий-137, йод-131.

**Key words:** Fukushima nuclear accident, radioactive contamination, artificial radionuclides, cesium-137, iodine-131

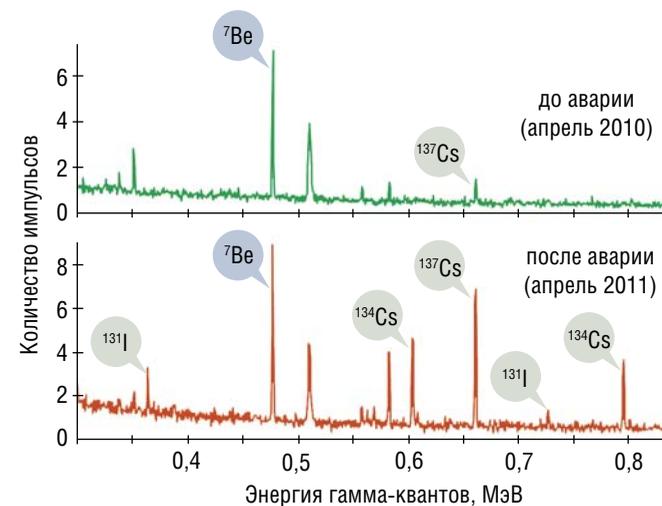


радионуклидов в атмосферном воздухе и дождевой воде, а также в овечьем молоке, хотя и в концентрациях, не превышающих опасный уровень (Manolopoulou *et al.*, 2011). Имеются также сведения о выпадении содержащих «японские» радионуклиды осадков и в других европейских странах, таких как Германия, Испания и Италия.

Что касается нашей страны, то количественная информация об уровне радиоактивности в атмосферных осадках на начало весны в России практически отсутствует: отечественная гидрометеорологическая служба регулярно замеряет только общую радиоактивность, чего недостаточно, чтобы определить влияние на радиационную обстановку выбросов аварийной АЭС.

Сотрудники лаборатории радиэкологии Красноярского Института биофизики СО РАН стали анализировать пробы свежеснеженных осадков и надземных частей деревьев, растущих в окрестностях Красноярска, начиная с 3 апреля, т. е. через три недели после аварии.

Уже в первых пробах снега были обнаружены три основных продукта распада ядерного топлива –  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , что подтвердило гипотезу о прибытии в Сибирь радиоактивных облаков. Но суммарная активность этих изотопов не превышала даже норм радиационной безопасности, установленных для питьевой воды (1 Бк/л). «Японские» радионуклиды обнаруживались в дальнейшем и в пробах дождевой воды, причем уже



*Вверху* – гамма-спектры проб сосновой хвои из Красноярска свидетельствуют о том, что регион также подвергся воздействию радиоактивных выбросов с АЭС «Фукусима», удаленной от него на 4 тыс. км.

*Слева* – к. б. н. Д. В. Деметьев производит подготовку проб сосновой хвои для количественного анализа на радиоактивные изотопы. *Фото А. Карпова*

к началу мая их активность снизилась почти на порядок (Bolsunovsky, Demytyev, 2011).

В хвое и ветках сосны – природных аккумуляторах примесных химических элементов, поступающих из воздуха с осадками, – также были обнаружены техногенные радиоизотопы. Их общая удельная активность на 10 апреля составила 5 Бк/кг, причем более 60 % этой величины пришлось на излучение короткоживущего йода-131. Для сравнения: российские нормы безопасности предельной радиоактивности природной воды по йоду-131 составляют 100 Бк/л, т. е. в 20 раз больше.

Даже принимая во внимание, что к этому времени часть атомов радиоактивного йода, попавших на деревья со снегом и дождем, уже распалась, нужно признать, что на пике загрязнения в окрестностях Красноярска не были нарушены нормы экологической безопасности в отношении величины радиоактивности в окружающей среде.

Сравнение данных из разных источников позволило оценить темпы распространения радиоактивного загрязнения по планете. Оказалось, что динамика одного из важнейших показателей – отношения активностей долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$  – в течение

апреля была практически одинакова в Красноярском регионе, Греции и в самой Японии. Тот факт, что близкие значения этого показателя фиксировались в этих районах практически в одно и то же время, свидетельствует об очень высокой скорости продвижения радиоактивного облака вокруг земного шара.

Сейчас минуло более полугода после аварии на японской АЭС. Уже с середины июля в пробах осадков и растительности не обнаруживался радиоактивный йод, но рассеявшиеся изотопы с большим периодом полураспада еще не один десяток лет будут вносить свою лепту в техногенное загрязнение окружающей среды.

Нужно сказать, что до ядерных испытаний в середине XX в. радиоактивных изотопов цезия в природе вообще не существовало, сегодня же именно цезий-137 вносит основной вклад в глобальный радиационный фон. Его можно обнаружить в почве практически в любой точке земного шара. Средняя величина техногенной радиоактивности (около 20 Бк/кг) почти на два порядка ниже опасного уровня, однако на отдельных территориях она может быть значительно выше из-за неравномерности распределения.

Продолжение исследований выпадающих в Сибири техногенных радионуклидов позволит более точно оценить вклад аварии в радиационный фон региона, в том числе окрестностей Красноярска, где расположены предприятия местного ядерного комплекса. На этих участках радиационный фон может достигать сотен Бк/кг, что делает их более «чувствительными» к дополнительному радиоактивному заражению.

В планетарном масштабе авария на АЭС «Фукусима», по предварительным оценкам, привела к увеличению общего радиационного фона на несколько процентов. Уточнить эти данные и оценить глобальные последствия катастрофы исследователи разных стран мира смогут на III Международном конгрессе по ядерной химии, который состоится в Италии осенью 2011 г.

*Д. б. н., к. ф.-м. н. А. Я. Болсуновский  
(Институт биофизики СО РАН, Красноярск)*

*Литература*  
Bolsunovsky A., Demytyev D. Evidence of the radioactive fallout in the center of Asia (Russia) following the Fukushima Nuclear Accident // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2011. V. 102. P. 1062–1064.



Н. П. КОПАНЕВА

## МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛОМОНОСОВ: «к приумножению пользы и славы Отечества»

*«Науки благороднейшими человеческими упражнениями  
справедливо почитаются и не терпят порабощения»  
М. В. Ломоносов*

В нынешнем году исполняется триста лет со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова – первого российского академика, имя которого пользуется поистине всенародной известностью. Тем не менее далеко не все знают о громадной деятельности Ломоносова, направленной на исправление «худого состояния» Академии наук – «сего великого государственного и полезного учреждения», причину которого ученый видел в отступлении от основных принципов, заложенных Петром I, а также в самовластии бюрократического аппарата

Еще в XIX в. В. Г. Белинский писал, что «для достойной оценки такого человека, каков был Ломоносов», нужно «много сведений, опытности, труда и времени» (Белинский, 1953, с. 43). Столетие спустя академик С. И. Вавилов сожалел, что «подлинная фигура Ломоносова не ясна до сих пор», а литературовед П. Н. Берков писал, что Ломоносова мы знаем «мало и плохо» (Берков, 1962, с. 14). И даже сейчас, несмотря на обилие всевозможных трудов о жизни и деятельности Михаила Васильевича Ломоносова, число которых растет с каждым очередным юбилеем нашего великого соотечественника, можем ли мы уверенно утверждать, что хорошо



КОПАНЕВА Наталья Павловна – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник Отдела истории Кунсткамеры и отечественной науки XVIII в. (Музей М. В. Ломоносова) Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Санкт-Петербург). Научный руководитель и сокоординатор международных программ «Петр Великий и Голландия», «Нарисованный музей» Петербургской Академии наук», «Николаас Витсен. „Северная и Восточная Тартария“»

◀ Портрет М. В. Ломоносова.  
Худ. Л. С. Миропольский. 1787 г.  
Масло, холст. МАЭ РАН

**Ключевые слова:** М. В. Ломоносов, Российская академия наук, история российской науки, Музей М. В. Ломоносова.  
**Key words:** M. V. Lomonosov, Russian Academy of Sciences, history of the Russian science, M. V. Lomonosov museum

Вид берегов Невы вниз по течению от Зимнего дворца и Академии Наук. Автор рисунка Л. Леспинасс, гравер К. Фессар. Вторая половина XVIII в. Гравюра резцом. МАЭ РАН



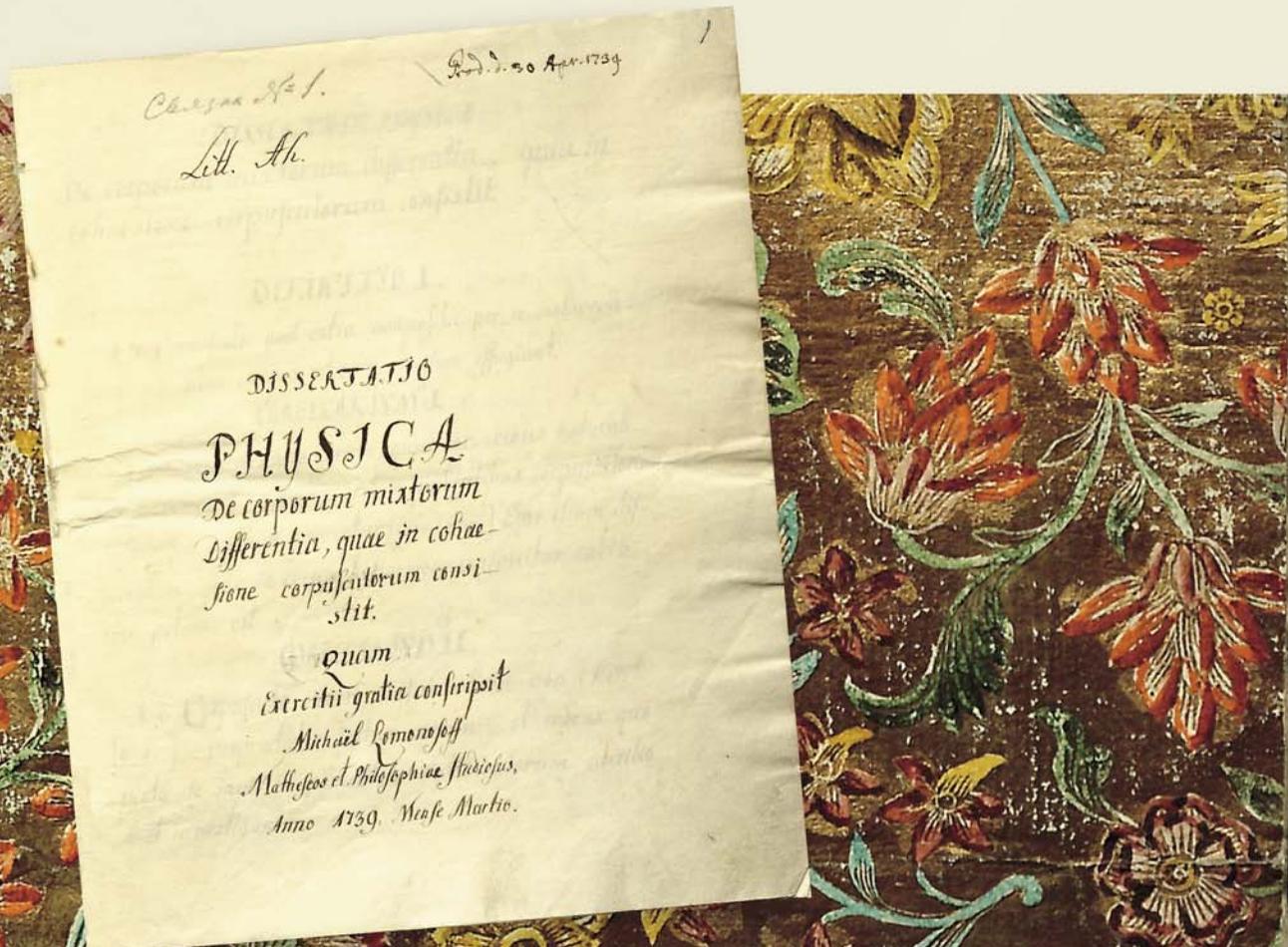
знаем о его вкладе в науку XVIII в., понимаем его литературное творчество, не говоря уже о сути его характера и мотивации поступков? Знакомый всем по портрету из школьных учебников круглолицый человек, сидящий к нам вполоборота, для многих из нас так и остается не живой личностью, а набором клише.

По словам того же Белинского, Ломоносов был «Петром Великим нашей литературы». Но он был и «Петром Великим» нашей Академии наук. Вряд ли в ее истории можно найти более горячего и последовательного сподвижника Петра, чем Ломоносов. Именно так «государственное и полезное учреждение» рассматривал Ломоносов Академию наук, которая не «только сама себя учеными людьми могла довольствовать, но размножать оных и распространять по всему государству» (Ломоносов, т. 10, с. 15).

Высокая гражданская позиция не позволяла Ломоносову спокойно сидеть в лаборатории и готовить длинные ряды цифр. Он бросался туда, где видел ущемление государственных интересов России, пренебрежительное отношение к ее истории, ее будущему, стремление принизить образ России в общественном мнении. Ломоносов – труженик на государственной ниве, но именно там, куда его привела судьба, – в науке.

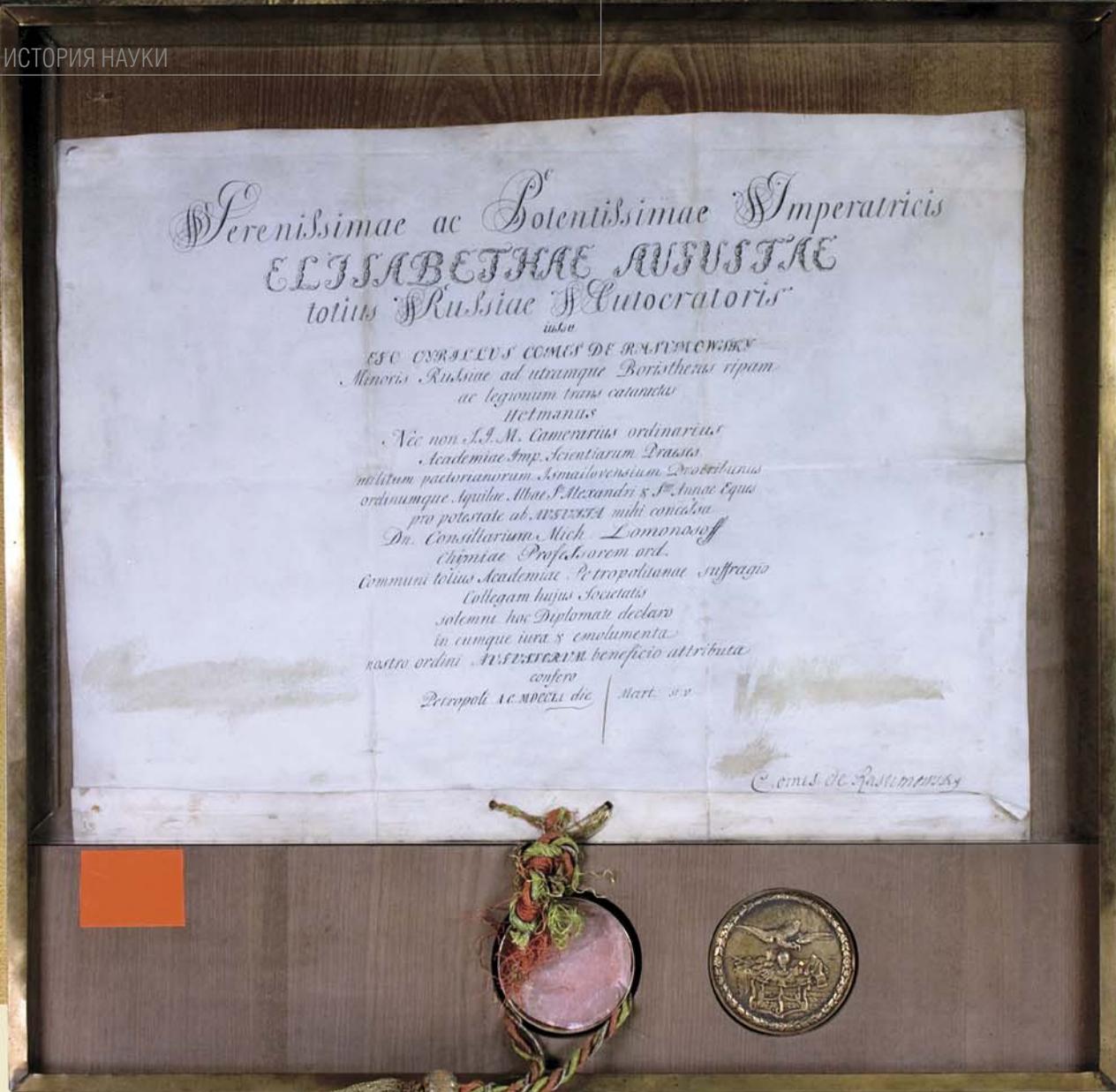
Развитие и распространение российской науки – вот то, ради чего ученый, оставляя тишину лаборатории, борется с чиновниками, составляет многочисленные проекты преобразования Академии, даже подвергает себя унижениям вечного просителя перед сильными мира сего. Как тут не вспомнить стихотворение 1761 г., написанное Ломоносовым, когда он ехал к императрице с очередным прошением: «Кузнечик дорогой, коль много ты блажен, Коль больше пред людьми ты счастьем одарен!.. Ты скачешь и поешь, свободен, беззаботен, Что видишь, все твое; везде в своем дому, Не просишь ни о чем, не должен никому».

В 1739 г. из Марбурга в Академию наук в качестве образца «работ по наукам» была послана «Физическая диссертация о различии смешанных тел, состоящем в сцеплении корпускул, которую для упражнения написал Михайло Ломоносов, студент математики и философии в 1739 г. в марте месяце». На фото – обложка и титульный лист студенческой работы М. В. Ломоносова. На лат. яз. Автограф. С канцелярскими пометами. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 3, д. 42, л. 1)



Мозаичный портрет основателя Академии наук Петра I работы М. В. Ломоносова. Ломоносовская мозаичная мастерская, с. Усть-Рудица (Санкт-Петербургская губ.). 1755—1757. Смальта, мозаика. МАЭ РАН

Осенью 1737 г. Хр. Вольф отправил президенту Академии наук барону И. А. Корфу письмо о том, что Ломоносов, Виноградов и Райзер обучились у него арифметике, геометрии и тригонометрии, слушают курс механики. После этого они познакомятся с гидростатикой, аэрометрией, гидравликой и основаниями маркшейдерского искусства, а зимой будут слушать экспериментальную физику. Ломоносов уже хорошо говорит по-немецки и занимается рисованием, которое «пригодится в механике и естественной истории». В этом же письме Вольф просит Корфа ускорить решение вопроса об изучении студентами естественной истории. 15 сентября 1737 г. Из Марбурга. На нем. яз. Автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 5, д. 123, л. 1—2)



### Студент-адьюнкт-профессор

Ломоносов, как известно, прибыл в Петербургскую Академию наук из Славяно-греко-латинской академии в самом начале 1736 г., а уже в ноябре вместе с Г. У. Райзером и Д. И. Виноградовым был в Марбурге, где проходил обучение у выдающегося философа и ученого-энциклопедиста Хр. Вольфа.

В июне 1741 г. Ломоносов вернулся в Петербург, но только через год Академия определила, что «быть ему, Ломоносову, адьюнктом физического класса. А жалованья определяется ему сего 1742 года генваря с 1 числа по 360 рублей на год, счисляя в то число квартиру, дрова и свечи, о чем заготовить определение, а к комиссару указ» (СПФ АРАН, ф. 3, оп. 1, д. 452, л. 22).

С 1 сентября 1742 г. адьюнкт физического класса Ломоносов начал читать лекции для академических

Диплом, выданный М. В. Ломоносову Академией наук на звание профессора химии. Подпись – автограф К. Г. Разумовского. 1751 г., март. Пергамен, печать Академии наук и серебряный вызолоченный ковчег с аллегорическими рельефными изображениями, в котором заключалась печать. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 2., д. 6)

студентов и всех желающих. В программе лекций было записано, что Михайло Ломоносов «руководство к географии физической, чрез господина Крафта сочиненное, публично толковать будет, а приватно охотникам наставление давать намерен в химии и истории натуральной о минералах; також обучать в стихотворстве и штиле российского языка после полудни с 3 до 4 часов» (Материалы для истории Академии наук, с. 307–311).

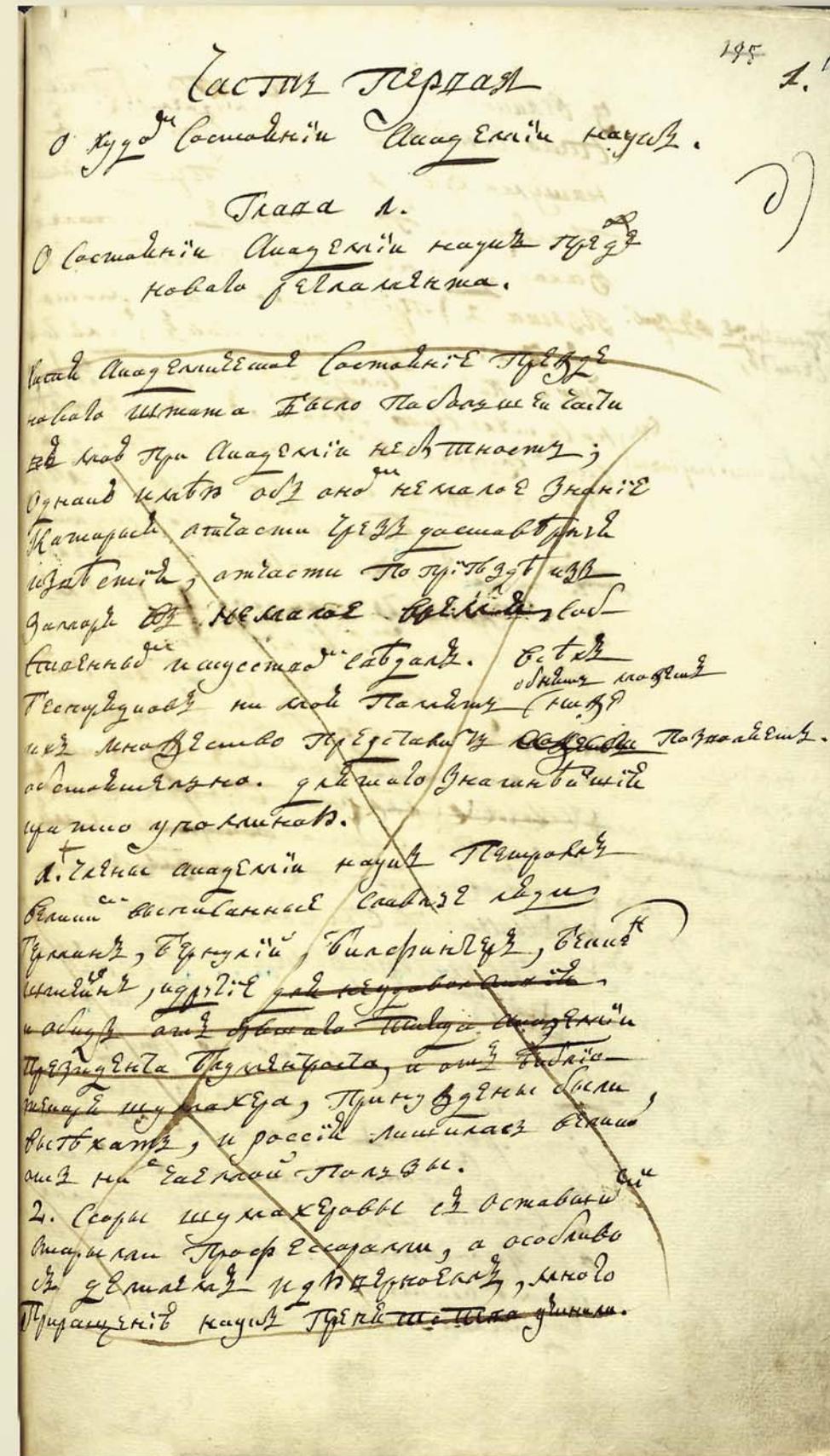
Звание профессора по кафедре химии было присвоено Ломоносову только в июне 1745 г. К этому времени он уже вполне уяснил механизм действия Академии наук: академические дела быстро не рассматриваются, поскольку советник Канцелярии И. Д. Шумахер занят «многими и более важными делами». Видел Ломоносов и общую обстановку в Академии, где происходили распри между академиками, подстрекаемыми Шумахером и его приспешниками, между Конференцией и Канцелярией.

В декабре 1745 г. профессор химии набрасывает «список наук в Академии с распределением на три класса». Это первый из документов, свидетельствующих об интересе Ломоносова к организации деятельности Академии наук. В 1747 г. был принят Регламент Императорской Академии наук и художеств. В летописи жизни и деятельности Ломоносова, относящейся к этому времени, нет никаких упоминаний о новом академическом регламенте. Но это не значит, что вопрос об уставе Академии не волновал ученого.

### «О худом состоянии Академии наук»

Регламент, разработанный в основном Г. Н. Тепловым и утвержденный императрицей Елизаветой Петровной, Ломоносова не устраивал. В январе–феврале 1755 г. он пишет «Всенижайшее мнение о исправлении Санктпетербургской императорской Академии наук», где излагает недостатки принятого

Первая часть заметок М. В. Ломоносова о необходимости преобразования Академии наук (1758—1759) имела красноречивое название «О худом состоянии Академии Наук». Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 160—182)





академического регламента, но прежде сообщает, в каком состоянии находится Академия наук. Неизвестно, подавал ли это «мнение» Ломоносов по назначению: черновая рукопись его постоянно дополнялась и имеет вставки более поздние по времени (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 148–158).

Хотя к сентябрю 1755 г. уже был выпущен «указ Правительствующего Сената относительно исправления академического устава по все милостивейшему повелению е. и. в.», но реальная работа по исправлению регламента не велась (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 4, д. 1; на нем. яз.).

В январе 1758 г. Ломоносов представил президенту Академии записку об «Излишествах, замешательствах и недостатках в Академии наук и о мерах к улучшению ее положения» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 255–259). После этого в его ведение были отданы Академическое и Историческое собрания, Географический департамент, Университет и Гимназия.

В период с 1758 по 1764 г. ученый подготовил ряд проектов по «приведению Академии наук в доброе

состояние», в том числе предложения об устройстве и уставе Санкт-Петербургской Академии (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 2, л. 292–307). До своей смерти в апреле 1765 г. Ломоносов работал и над новым регламентом Академии наук\*, который дошел до нас в незаконченном виде: известна только его первая часть – «О собраниях Академии наук».

Большой интерес представляет «Краткая история о поведении Академической Канцелярии в рассуждении ученых людей и дел с начала сего корпуса до нынешнего времени» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 3, д. 30, л. 1–43), составленная Ломоносовым не позднее 26 августа 1764 г. К этому необходимо добавить и многочисленные «репорты» ученого об Университете, Гимназии, Библиотеке, Кунсткамере, Физическом кабинете, Обсерватории,

\* Местонахождение рукописи неизвестно. Впервые напечатано у П. С. Билярского в «Материалах для биографии Ломоносова» (Билярский, с. 652–669). В Полном собрании сочинений Ломоносова документ опубликован по Билярскому (Ломоносов, т. 10, с. 138–160)

В центре «циркульного» зала Музея М. В. Ломоносова в МАЭ РАН (Санкт-Петербург) находится знаменитый академический стол, за которым заседали первые петербургские академики и который можно часто видеть в фильмах о Ломоносове и первых годах деятельности Академии наук

По мнению Ломоносова, чтобы принять меры к «исправлению» недостатков Академии наук, необходимо предпринять следующие шаги: «рассмотреть самые недостатки и упадку»; «показать одного упадку и недостатков происхождение и причины»; «дать способ к оных отвращению и к исправлению всего корпуса» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 148)

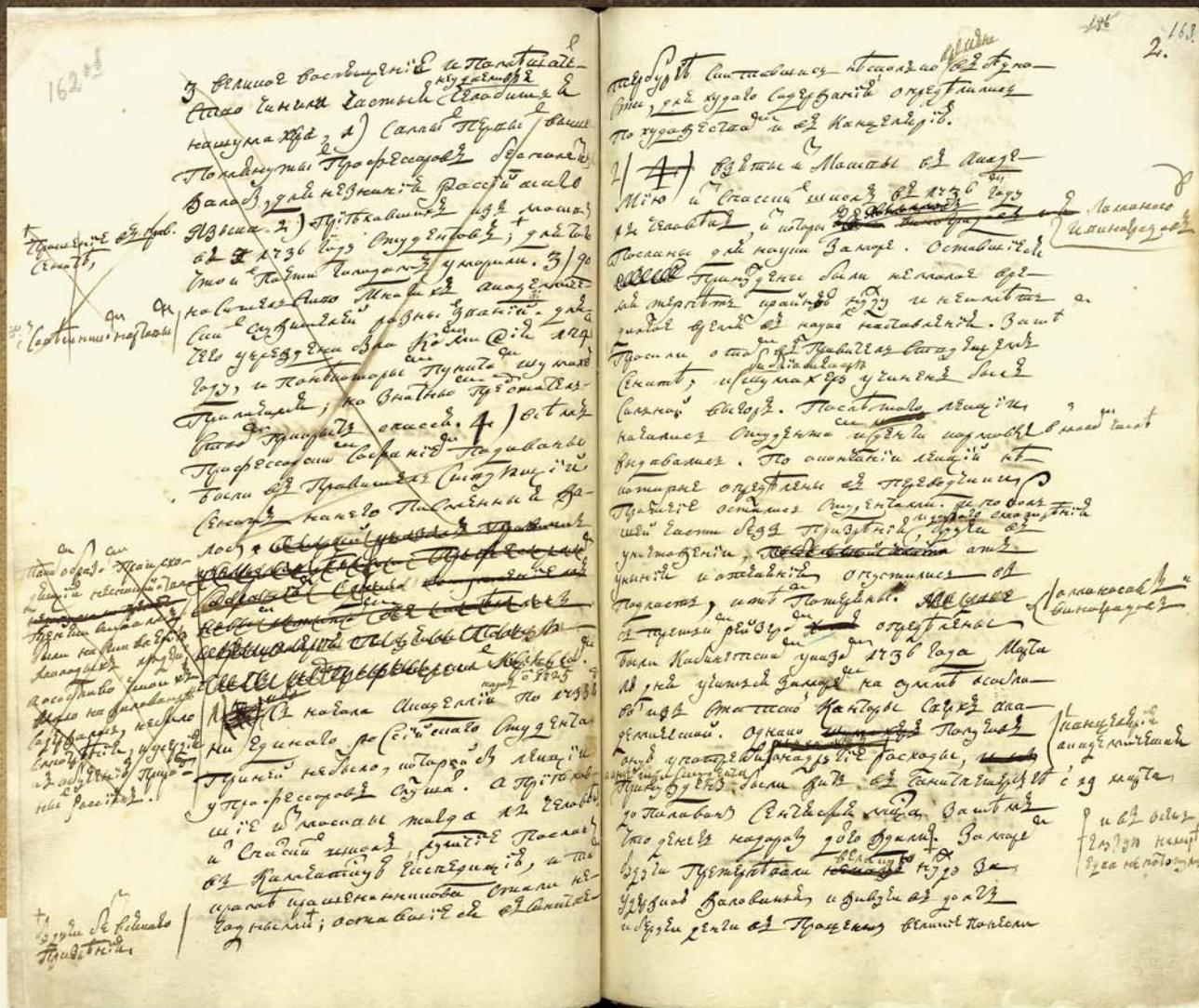
Заметка о необходимости преобразования Академии наук, подготовленная М. В. Ломоносовым в 1758–1759 гг., состоит из «Приступления» (введения) и трех частей: «О худом состоянии Академии Наук», «О причинах испорченного состояния Академии Наук» и «О исправлении Академии Наук». Первые две части заметок и «Приступление» – автограф; третья часть – писарский почерк с исправлениями и дополнениями Ломоносова.

На фото – «Приступление». Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 160–182)

## Приступление

Великодушная Императрица Екатерина Великая повелением своим повелела всем членам Академии наук рассмотреть и представить на рассмотрение Императрицы все недостатки и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных. Императрица повелела также рассмотреть и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных. Императрица повелела также рассмотреть и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных.

Высочайшее повеление Императрицы Екатерины Великой повелело всем членам Академии наук рассмотреть и представить на рассмотрение Императрицы все недостатки и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных. Императрица повелела также рассмотреть и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных. Императрица повелела также рассмотреть и причины упадка Академии наук и предложить способы к исправлению оных.



Ботаническом саде, т. е. обо всех учреждениях, входивших в состав Академии наук.

Во всех этих сугубо официальных, канцелярских документах ясно слышится голос человека, душа которого болит за Отечество. После чтения «Краткой истории о поведении Академической Канцелярии» совсем по-другому воспринимаются стихи известного 143-го псалма в переводе Ломоносова (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 3, д. 45, л. 8–9 об.):

Вещает лож язык врагов,  
Десница их сильна враждою,  
Уста обильны суетою,  
Скрывают в сердце злобный ков.  
Избавь меня от хищных рук  
И от чужих народов власти:  
Их речь полна тщеты, напасти;  
Рука их в нас наводит лук.

«О худом состоянии Академии наук» – первая часть заметки М. В. Ломоносова о необходимости преобразования Академии наук. Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 160–182)

### «Пренебрежение учения российского юношества»

«Худое» состояние академического корпуса ученые видели в отступлении от основных принципов, заложенных Петром I, а также в самовласти Канцелярии над учеными. При этом властолюбие и интриги советника Канцелярии И. Д. Шумахера, его нежелание считаться с Академическим собранием были, по мнению Ломоносова, основным препятствием для нормального существования Академии и распространения ею просвещения в России.

«Особенно позорно то, – писал Ломоносов, – что невежественные делопроизводители Канцелярии, едва умеющие писать по-русски, дерзают притязать на право голоса в заседаниях этого учреждения» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 2, с. 120). Другая ситуация была в европейских академиях, где «собрание академиков само себе судья. Никакой посторонний, полуобразованный посредник не допускается до разбора ученых споров. Приходя за получением просимого, не дожидаются у канцелярского порога разрешения войти. Профессоры не ждут выплаты жалованья и не вымаливают его у невежд, которые поглядывают на них свысока и пугают отказом» (там же, с. 121).

Среди отечественных исследователей бытует мнение, что такое поведение Ломоносова было вызвано

его полным неприятием как иностранных ученых, так и иностранцев вообще. Однако это предположение не выдерживает никакой критики.

Ломоносов как продолжатель петровского дела не был против иностранцев. В его «Слове похвальном... Петру Великому» есть знаменательные слова: «К великим Своим намерениям премудрый Монарх предусмотрел за необходимо нужное дело, что бы всякого рода знания распространить в отечестве и людей, искусных в высоких науках, также художников

Кабинет ученого в экспозиции Музея М. В. Ломоносова в МАЭ РАН (Санкт-Петербург)



Часть 2-я

Отписка к Императору Академии наук.

Глава первая

Отписка к Императору Академии наук.

Гордая Прудина худого Амазели... много вреда...

Когда Прудина славился профессором... Академии наук...

и ремесленников размножить <...> не однократно облетая на подобие Орла быстропарящего Европейския государства...

Здесь вспоминаются известные слова Пушкина об окне, которое Петр прорубил в Европу. Но у Ломоносова не «окно», а целые «врата» Россия распахнула для умелых, знающих и ученых иностранцев...

В «Краткой истории о поведении академической Канцелярии» он с горечью пишет об отъезде из России первых петербургских академиков «Германа, Бернулиев и других, во всей Европе славных, кои только великим именем Петровым подвиглись выехать в Россию для просвещения его народа, но, Шумахером вытеснены, отъехали, утирая слезы» (Ломоносов, т. 10, с. 311).

И не только Ломоносов возмущался действиями руководителя академической Канцелярии, а фактически правителя Академии Шумахера. Французский астроном и картограф Ж.-Н. Делиль, работавший в Петербурге с 1726 г., неоднократно писал жалобы «о великих не порядках, напрасных убытках и о пренебрежении учения российского юношества»...

Первая глава второй части заметки о необходимости преобразования Академии наук имеет название «О причинах худого состояния Академии прежде нового стага». Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 1, л. 160—182)

авторитет в обществе. Все это приводило к тому, что наука перестала считаться престижным делом и детей старались отдавать для обучения в шляхетный корпус, а не в академическую гимназию.

«Жалованье и другие расходы из казны тратятся напрасно»

В штате Академического собрания, отмечал Ломоносов, не хватает нужных профессоров – нет «высшего математика», географа, физика, ботаника, механика.

Публичные акты по Регламенту 1747 г. положено было проводить трижды в год, но «бывает только по одному», – продолжал Ломоносов. В тяжелом состоянии и другие академические департаменты: «Библиотека и Кунсткамера имеет расположение столь же худо, как и прежде».

Вызывали вопросы и финансовые дела Академии, находящиеся в плачевном состоянии, когда «старых долгов не токмо многие тысячи не заплачены, но и вновь беспрестанно прирастают, а особливо неплачение обещанного награждения чужестранным членам, что именным е. в. указом особливо повелено было» (там же, с. 13).

«Все сие рассудив, – обобщает Ломоносов, – ясно видеть можно, коль близко стояла Академия при конечном своем разрушении, которое вместо славы российской к посмеянию, вместо пользы к ущербу, вместо радости любящим науки к печали служило» (Ломоносов, т. 10, с. 62).

Васильевъ сынъ

Краткая автобиография и Титулярный Михаил Ломоносовъ.

1) 1754 года 25 Февраля по указу Императорскому  
 Канцелярии Академии наукъ и по распоряжению  
 Канцелярии Академии наукъ Канцелярии  
 Академии наукъ 25 Февраля 1754 года

2) Титулярный по амтметамъ Титулярный  
 Канцелярии, по распоряжению Канцелярии  
 Академии наукъ и по указу Императорскому  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

3) Титулярный по амтметамъ Титулярный  
 Канцелярии, по распоряжению Канцелярии  
 Академии наукъ и по указу Императорскому  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

4) Титулярный по амтметамъ Титулярный  
 Канцелярии, по распоряжению Канцелярии  
 Академии наукъ и по указу Императорскому  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

№ 101. Амтметамъ Титулярный сынъ Васильевъ сынъ  
 Канцелярии Академии наукъ.

В экспозиции Музея  
 М. В. Ломоносова  
 представлены  
 образцы смальт,  
 изготовленных  
 на Ломоносовской  
 фабрике  
 в Усть-Рудице.  
 В 1757 г. Михаил  
 Васильевич передал  
 на хранение  
 в Кунсткамеру  
 два ящика  
 этих «чудесных  
 стекол-самоцветов».  
 Музей  
 М. В. Ломоносова  
 в МАЭ РАН



Краткая автобиография,  
 представленная М. В. Ломоносовым  
 по запросу Канцелярии  
 Академии наук о своем возрасте  
 и прохождении службы.  
 1754, после 25 февраля.  
 Черновой автограф. СПФ АРАН  
 (ф. 20, оп. 3, д. 14, л. 1—2 об.)

1754 года 25 Февраля по указу  
 Императорскому Канцелярии  
 Академии наукъ и по распоряжению  
 Канцелярии Академии наукъ  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

2) Титулярный по амтметамъ Титулярный  
 Канцелярии, по распоряжению Канцелярии  
 Академии наукъ и по указу Императорскому  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

3) Титулярный по амтметамъ Титулярный  
 Канцелярии, по распоряжению Канцелярии  
 Академии наукъ и по указу Императорскому  
 Канцелярии 25 Февраля 1754 года

### «Оного упадку и недостатков происхождение и причины»

Недостатки в деятельности Академии наук Ломоносов видел в отсутствии законом установленных адекватных принципов и правил, по которым должна жить Академия и ее департаменты.

Регламент 1747 г. составлялся без участия профессоров, втайне, что по мнению Ломоносова послужило причиной целого ряда его недостатков. Этот академический закон составлялся «взирая на персоны и обстоятельства тогдашнего времени». Таким образом он просто зафиксировал то состояние, в котором находилась Академия наук, а следовательно, «во все будущие времена служить не может». По мнению Ломоносова, такой академический департамент, как Канцелярия, вообще не нужен: «В других государствах отнюдь их нет при таковых корпусах. Однако была и затем не токмо оставлена, но и больше власти получила к уничтожению

профессорского достоинства» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 2, с. 16).

Продолжая свою мысль о том, что Регламент был составлен под определенных персон, Ломоносов переходит на стиль иронического повествования: «Ректором университета должен быть по Регламенту историограф, то есть профессор Миллер», «и если бы Миллер был юрист или стихотворец, то конечно и в штате ректором был бы положен юрист или стихотворец. После перемены и сделан ботаник». Историографу положен помощник, «переводчик китайского и манжурского языка, то есть переводчик Россохин. Но если бы он знал вместо китайского и манжурского языка, н[а]п[р]имер, персидский и татарский, то бы конечно положен был в штате переводчик персидского и татарского языков» (там же, с. 17).



Значительное место в экспозиции Музея М.В. Ломоносова отведено научным инструментам XVII—XVIII вв. Среди них есть редкие экспонаты, например единственное в стране зажигательное стекло немецкого математика, философа и физика Эренфрида Вальтера фон Чирнгаузена (1651—1708), использовавшееся для получения высоких температур. Оно было приобретено Академией наук в первой половине XVIII в. для Физического кабинета. Использовал его в своих опытах и Ломоносов, который писал: «Господин фон Чирнгаузен чинил опыты великими зажигательными зеркалами и стеклами <...> От жару сих зеркал и стекло твердое и водой намоченное дерево тотчас пламенем занялось, вода в небольшом сосуде кипела, металлы растопились, кирпичи, морская пенка (камень), голландский фарфор, камень асбест в стекло плавилась. Сера, колофония, смола и другие сим подобные материи под водою растопились, дерево несколько раз в воде будучи, в уголь перетлело. Пепел, оставшийся от сгоревших дров и от других израстающих вещей, в стекло обратился, дорогие камни свой цвет потеряли и проч.» (Ломоносов, т. 1, с. 472—473)

Слева — основная линза зажигательного инструмента работы Э.В. Чирнгаузена. Изготовлена в 1699 г. Диаметр — 57,5 см, толщина в центре — 5,2 см. В Музей поступила в 1947 г. из Физического института АН СССР.  
Вверху — шкаф с научными инструментами. Музей М.В. Ломоносова в МАЭ РАН



«Экваториальные солнечные часы» талантливого русского мастера Н.Г. Чижова. Середина XVIII в., Санкт-Петербург. Латунь, позолота, серебрение. Музей М.В. Ломоносова в МАЭ РАН

Тот же принцип использовался и при определении жалованья сотрудников Академии. Хотя «каждая наука в Академии имеет равное достоинство, и в каждой может быть равенство знания и неравенство», то «должно всем положить в штате равное жалованье». Но в Академии жалованье установлено «не по достоинству и трудности самой науки, но по обстоятельству особ, которые тогда оные профессии имели»: «алгебраисту положено жалованье 1800 рублей для Ейлера или Бернуллия, астроному — 1200, чтоб славного человека приласкать в Россию, анатому — 1000 рублей для Бургава, прочим — по 860 и по 660 рублев. Однако если бы Ейлер (или Бернулий) был таков химик, каков он математик, то без сомнения было бы химику положено жалованья в штате 1800 рублев» (там же).

Нет в штате Академии и профессора ориенталиста, хотя в «европейских государствах, которые... меньшее сообщение с азиатическими народами имеют, нежели мы, но в академическом штате о том не упоминается, затем что тогда профессора ориентальных языков не было, хотя по соседству не токмо профессору, но и целой Ориентальной академии быть бы полезно» (там же, с. 50).

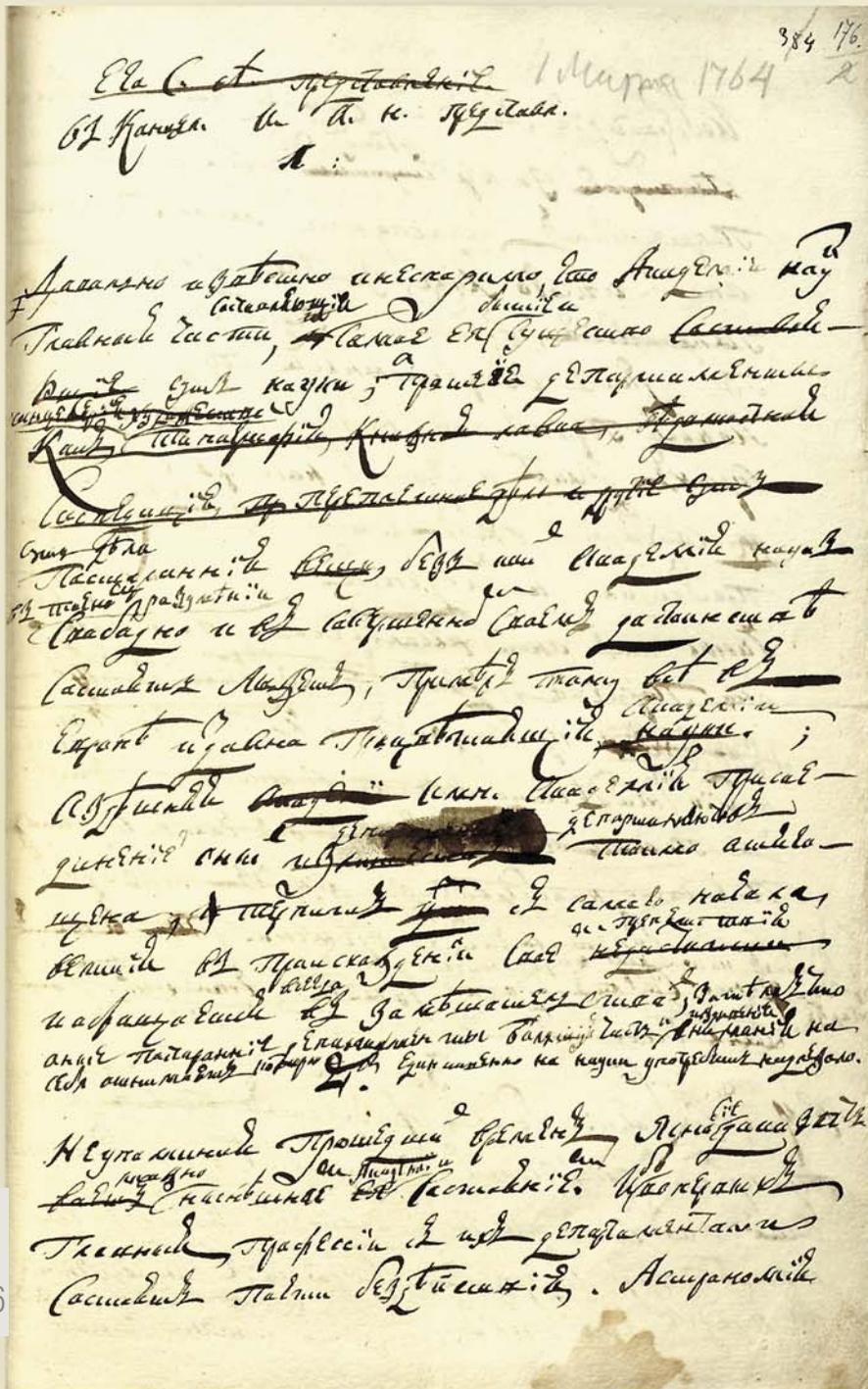
## «Слеп физик без математики, сухорук без химии»

Вызывали у Ломоносова критику и положения Регламента о профессорах. Прежде всего, по его мнению, необходимо заботиться о создании высокого статуса академика в Табели о рангах. Это позволило бы не только по достоинству оценивать академиков, но и привлекать к ученой деятельности молодых людей. Зафиксированное же Регламентом положение ведет «к унижению профессорского достоинства и, следовательно, и к помешательству в размножении учения. Сие также немало препятствует, что дворяне большие записывают детей своих в кадеты, нежели в Академию, ибо, положив многие труды и годы на учение, не имеют почти никакой надежды произойти как только до капитана, да и то с трудом» (там же, с. 19—20).

Вызывало недоумение и ограничение академику «упражняться в своей профессии, а в чужую не вступаться» (там же, с. 20). Запрещение академикам в другие науки вступать кроме своей профессии приводит и к тому, что чрез него «пресекается не токмо нужное сношение, но и союз наук и людей ученых дружба. Ибо часто требует астроном механика и физика совета, ботаник и анатомик — химикова, алгебраист пустого не может всегда выкладывать, но часто должен взять физическую материю, и так далее. Того ради, советуя друг с другом, всегда должны будут иметь дружеское согласие <...> Вольность и союз наук необходимо требуют взаимного сообщения и беззавистного позволения в том, что кто знает упражняться. Слеп физик без математики, сухорук без химии» (там же, с. 49).

Но всего «вредительнее» и «поносительнее российскому народу», что в Регламенте 1747 г., который напечатан и на других языках, неоднократно писалось о постоянном приглашении в Россию иностранных профессоров «и тем дал повод рассуждать о нас в других государствах, якобы не было надежды везде иметь своих природных россиян в профессорах и в некоторых других должностях <...> Что иное подумать можно, читая в регламенте о выписании высшего математика и других профессоров, о бытии адъюнктов переводчиками у иностранных профессоров, о переводе книг профессорских, о контрактах с иностранными профессорами, о иностранных канцеляристах и провизоре типографском (смотри 5, 9, 13, 26, 50 пункты и табель стага). Что можно подумать как сие, что Санктпетербургская Академия Наук ныне и впредь должна состоять по большей части из иностранных, то есть что природные россияне к тому неспособны» (там же, с. 52—53).

Мешают работе Академии наук, по мнению Ломоносова, и «излишества», из-за которых Канцелярия не находит времени думать о науках. Академия занималась излишними для нее «мастерствами»: изготовлением



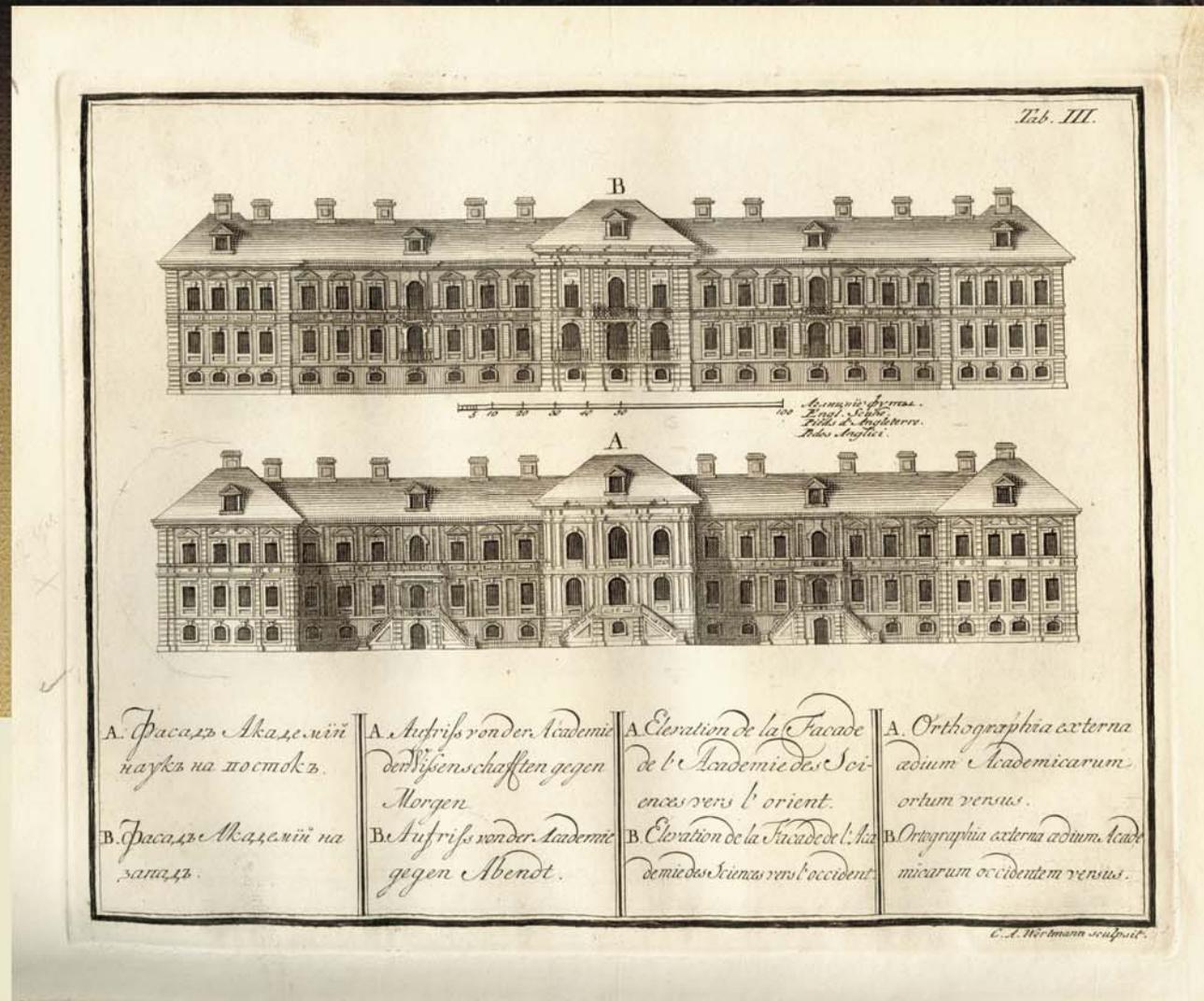
Представление в Канцелярию Академии наук о неудовлетворительном состоянии Обсерватории, Физической палаты и Ботанического сада Академии наук. 1764, до 4 марта. Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 2, л. 176–177 об.)

штемпелей и печаток, особенно на продажу; изготовлением математических инструментов не для внутренних нужд, а по сторонним заказам, опять же на продажу. В Академии художеств при Академии наук ткали парчу и плели кружево. А торговля заморскими книгами, по мнению Ломоносова, «делает Академию биржею», потому как «сумма великая без знатной прибыли обращается, занимает напрасно время, наносит нареkanie и хлопоты тем, что всякий требует книг по своему желанию, которыми всем угодить невозможно».

«...чтобы Академия приобрела у нас в стране любовь и уважение»

Чтобы «пресечь» причины, повлекшие к упадку Академии, Ломоносов предлагал не допускать «властвовать над науками людям мало ученым, которые, однако, хотят, чтоб их за ученых почитали»; не допускать к академической власти тех иностранцев, в которых «к ученым россиянам недоброжелательство примечено» (там же, с. 62).

Предваряя свои предложения «к исправлению» Академии наук, он писал: «учреждение императорской Академии Наук простирается не токмо к приумножению пользы и славы целого государства, но и к приращению благополучия всего человеческого рода, которое от новых изобретений происходит и по всему свету расширяется, о чем внешние академии довольно свидетельствуют. Того ради, приступая к оному, должно положить в начале общие основания, на которых утвердить и расположить всю сего великого государственного и полезного учреждения систему, ибо без оных все должно быть зыблемо и к старому падению и разрушению склонно» (там же, с. 23).



Главное здание Академии наук, построенное на Васильевском острове, рядом с Кунсткамерой. Гравюра Хр. Вортмана из кн. «Палаты Санктпетербургской Императорской Академии наук, библиотеки и Кунсткамеры» (СПб., 1741). Российская национальная библиотека

Каковы же эти основания? Регламент должен быть «сочинен и расположен» таким образом, «чтобы он всегда имел свою силу и всякому будущему времени был приличен и согласен и везде полезен. Того ради не должно смотреть на лицо, заслуги и недостатки тех, которые находятся в Академии при нынешнем состоянии, ниже на поведения и поступки или обстоятельства» (там же, с. 14–15).

Академия не должна быть закрытым корпусом, она должна готовить ученых для всего государства.

При составлении регламента необходимо учитывать опыт европейских академий наук: «надобно иметь перед

глазами в качестве превосходных примеров уставы заграничных академий, уже много лет процветающих: тем, что в них есть хорошего и плодотворного, воспользоваться, а то, что не согласуется с остальными установлениями Российской империи, исключить» (там же, с. 116).

Ломоносов настаивал на установлении добрых отношений между членами Академии: «Между равными, а особливо между вышними чинами была бы всегда дружба и согласие, от нижних к высшим – пристойное почтение, от по[д]чиненных к начальникам – законное послушание» (там же, с. 15). Такое отношение «помимо пользы для превосходного процветания наук, весьма важно и для того, чтобы Академия приобрела у нас в стране любовь и уважение» (там же, с. 116).

Все академические департаменты должны содержаться и развиваться в одинаковых условиях, «в противном случае будет Академия подобна некоторому безобразному телу, которое от болезни, неровное питание в членах производящей, имеет те части больше и тучнее,

которые в здравом состоянии должны быть равны или еще и меньше» (там же, с. 16).

Так как Академия создана для занятия науками «и в споспешествовании развитию их, то всячески надо остерегаться, как бы не присовокупилась дела, совсем не относящиеся к академической деятельности, и примешавшись не затемнили бы самой сущности науки, не задержали бы ее развития и не удушили бы ее вовсе» (там же, с. 116).

### «Несли бы свои обязанности с бодрым духом»

Какие департаменты должны входить в Академию и какими их видел Ломоносов? Это прежде всего собственно Академия наук (Академическое собрание), Университет, Гимназия, Библиотека и Кунсткамера, Географический департамент и Механическая лаборатория, Астрономическая обсерватория, Анатомический театр, Химическая лаборатория, Ботанический сад, Физический кабинет. Все это «может и должно не только существовать бок о бок и объединяться в составе единой корпорации, но, с выгодой для общего дела, сливать и соединять усилия» (там же, с. 118).

Академия Художеств с мастерскими, Типография, Книжная лавка, экспедиция Ведомостей, Переплетная мастерская должны быть отделены от научной корпорации. Ссылаясь на то, что в Петербурге в 1757 г. создана еще одна Академия художеств, он предлагает объединить две академии художеств в одну: «Великая польза произойдет для художеств, если обе Академии Художеств, прочно объединившись в одно целое, совместными усилиями примутся за свое дело. И это соответствовало бы наилучшим заграничным примерам» (там же).

Вся власть и управление в Академии должны сосредоточиться в Профессорском собрании под председательством президента Академии. В состав Академии должно входить достаточное число ученых. Ломоносов предлагает разделить академиков на три класса. В математический будут входить математик, астроном, географ и механик. В физический – физик, химик, анатом и ботаник. В исторический – историк, юрист, знаток древностей и знаток восточных языков.

Прежде принятия Регламента необходимо утвердить штат («стат») Академии. При этом совершенно необходимо, чтобы как в других коллегиях «профессоры, адъюнкты и все остальные низшие академические служащие были возведены в соответствующие чины, пользовались бы в государстве должным уважением и несли бы свои обязанности с бодрым духом».

То, что по старому Регламенту за академиками закрепили «и притом в качестве вечного чин капитана;

адъюнкты же и низшие служащие не имеют никаких чинов», имело следствием то, «что в публичных собраниях маститые и заслуженные профессора оказываются ниже не только коллежских ассессоров, но и ассессоров второстепенных канцелярий и в частном быту встречают с их стороны пренебрежительное отношение; а угнетенный этим дух не может свободно странствовать по святынищу муз и с легкостью извлекать на свет то, что служит к пользе и к просвещению смертных» (там же, с. 122).

### «Честного поведения, прилежные и любопытные»

Ломоносов предлагал следующее распределение чинов по должностям и обязанностям (Ломоносов, т. 10, с. 93–133).

Президент управляет всем академическим корпусом по образу коллегий (министерств) и должен иметь чин не ниже генерал-майора. Вице-президент, должность которого предлагал ввести Ломоносов, – не ниже бригадира. Эта должность необходима потому, что президентами Академии в России являлись «вельможи и царедворцы, которые, сопровождая носителей верховной власти или занятые какими-либо другими обязанностями, не могли отдаваться целиком академическим делам», часто бывая «в отлучке».

Ломоносов считал, что вице-президентом должен быть один из старейших членов Академии, тот, кто «сведущ в разных науках и славен своими заслугами как в нашем отечестве, так и во всем ученом мире», но при этом не обязательно знатный человек. Известно, что должность вице-президента Ломоносов вполне заслуженно хотел занять сам и добивался этого, однако безрезультатно.

Двенадцать ординарных академиков, исполняющие обязанности академиков и профессоров Университета, должны иметь чин подполковника и по мере заслуг производиться в более высокие чины.

Интересны требования, которые Ломоносов предъявляет к ним: они должны быть «честного поведения, прилежные и любопытные люди и в науках бы упражнялись больше для приумножения познания, нежели для своего прокормления, и не так, как некоторые, в учении с ревностью. Паче же всего не надлежит быть академическим членам упрямым самолюбам, готовым стоять в несправедливом мнении и спорить до самых крайностей, что всячески должны пресекать и отвращать главные командиры».

Желательно, чтобы академиками и адъюнктами были «природные россияне», при этом Ломоносов приводит в пример Парижскую академию, где академики – «при-

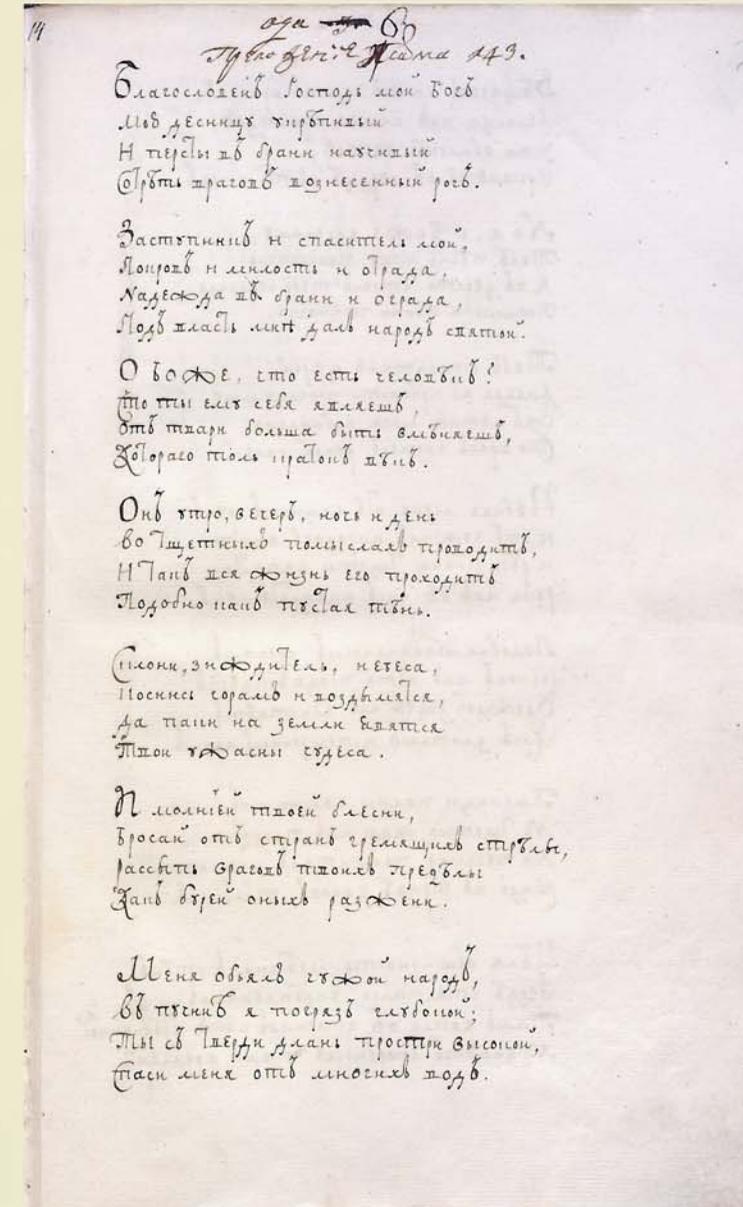
родные французы». «Честь российского народа требует, – писал Ломоносов, – чтоб показать способность и остроту его в науках и что наше отечество может пользоваться собственными своими сынами не токмо в военной храбрости и в других важных делах, но и в рассуждении высоких знаний» (там же, с. 141). Пока же нет достаточного числа российских ученых, можно нанимать академиков из других стран, но «со всякою предосторожностью».

Экстраординарные академики и адъюнкты «производятся по свидетельству и избранием Академического собрания» и являются его членами.

Десять почетных членов Академии наук должны получать жалованье и помогать Академии открытиями и советами, по двое в Германии и во Франции и по одному в Англии, Италии, Испании или Португалии, Польше или Швеции, Голландии и Китае. Избираться все почетные члены должны баллотированием «из ученых людей первого ранга, кои славными изобретениями и сочинениями учинились в свете знамениты», и распределялись бы они по тем же трем классам, что и академики в Петербургской Академии, по каждой профессии не более двух человек. Привлекать же в Академию людей «только по приватному знакомству или по рекомендации знатных людей» нельзя, так как России требуются люди, «способные к приращению наук новыми изобретениями, а не сочинители только известных дел новою формою» (там же, с. 150–151).

А вот корреспондентами могут быть избраны не только ученые, но и любители наук. И если почетными членами, особенно на академическое жалованье, следует принимать только иностранцев, то корреспондентами могут быть и россияне, «у которых известна охота и любопытство к изысканию надлежащих до наук известий, хотя в них основательного учения и не положили».

Ведение всех, в том числе и финансовых дел Академии Ломоносов передавал Академическому собранию, которое должно проводить обыкновенные (дважды в неделю) публичные и чрезвычайные заседания. Он распisał структуру академических расходов: на астрономические инструменты, материалы для географических и физических работ, на химическую лабораторию, на Ботанический сад и гербарий, на Анатомический театр, на пополнение Библиотеки, на доплату за публичные лекции ординарным и экстраординарным академиком и адъюнктам, даже на дрова и свечи и на оплату 60 солдат, которые служили сторожами и рассыльными.



«Ода 6. Преложение псалма 143» М. В. Ломоносова была опубликована вместе с переложениями этого же псалма В. К. Тредиаковским и А. П. Сумароковым одним изданием «Три оды парафрастическия псалма 143, сочиненныя чрез трех стихотворцев, из которых каждой одну сложил особливо. СПб., 1744». Писарская копия с правкой Ломоносова. 1743 г. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 3, д. 45, л. 8)

Все имеющиеся в распоряжении современных исследователей документальные материалы свидетельствуют, что предложения к реформированию Академии наук были М. В. Ломоносовым буквально выстраданы. Наблюдая разрушение самих основ Академии, заложенных Петром I, он боролся за восстановление славного имени Академии всеми доступными ему средствами.

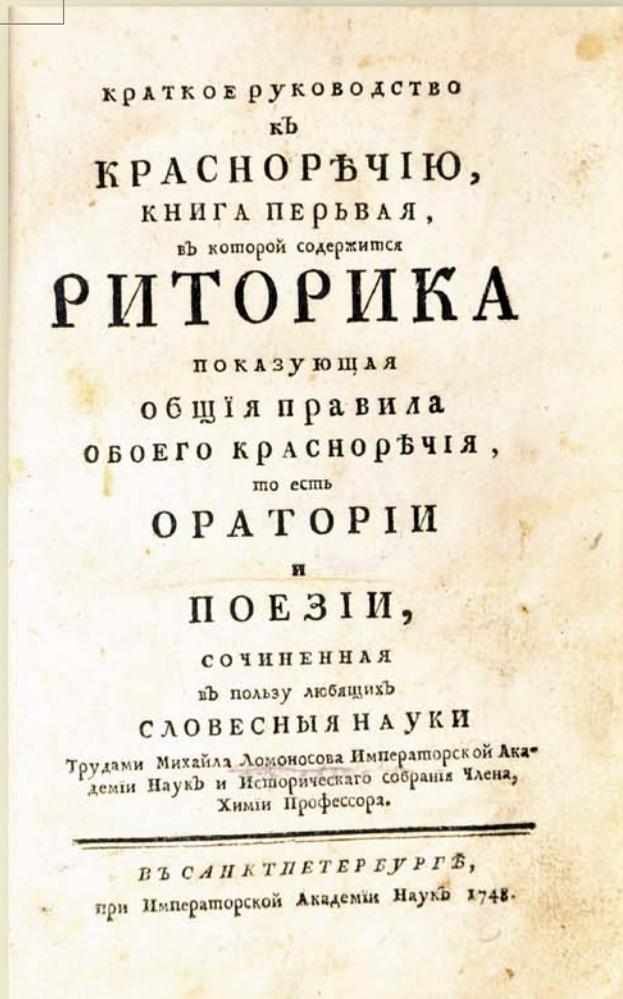
После смерти Елизаветы Петровны и вступления на престол Екатерины, 24 июля 1762 г. Ломоносов, оскорбленный постоянными унижениями, тем, что он был обойден повышением по службе, подает прошение об отставке. В этот же день он пишет письмо М. И. Воронцову с просьбой поддержать его просьбу об отставке и назначении ему пенсии: «Все мои будущие и бывшие рачения тщетны. Бороться больше не могу; будет с меня и одного неприятеля, то есть недужливой старости. Больше ничего не желаю, ни власти, ни правления, но вовсе отставлен быть от службы, для чего сегодня об отставке подаю челобитную его сиятельству Академии Наук г. президенту» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 3, д. 134, л. 21–22).

Прошение Ломоносова было принято 2 мая 1763 г., но через одиннадцать дней отменено. Ломоносову дали чин статского советника, повысили годовое жалованье. Но в самой Академии ничего не изменилось. В феврале–марте 1765 г., уже тяжелобольной, он набрасывает план беседы с Екатериной II, где пишет: «Multa tacui, multa pertuli, multa concessi – Много принял молча, многое снес, во многом уступил». И здесь же: «За то терплю, что стараюсь защитить труды П[етра] В[еликого], чтобы выучились россияне, чтобы показали свое достоинство».

На том же листе он начертил план дельты родной Северной Двины с ее притоками и островами. О чем думал Ломоносов, когда писал «Нет нигде места и в чужих краях»? Но, видно, еще оставалась вера в будущее: «Я не гужу о смерти: пожил, потерпел и знаю, что обо мне дети отечества пожалеют» (СПФ АРАН, ф. 20, оп. 1, д. 2, л. 204 об.).

Главная причина тяжелого положения Академии – непрофессиональное управление, «шумахерщина» – остались в Академии и после смерти ученого. Остались актуальными и все предложения первого российского академика о том, что Академия должна содержаться исключительно на казенный счет и не быть отягощена заботами и работой, направленной на получение «барышей», ведь это все отвлекает академиков от их истинных задач.

Ломоносов был уверен, что для развития науки в России и для просвещения Отечества необходимо воспитание собственных ученых, своих специалистов, своих образованных людей. Это – главный смысл заведения Академии наук. И тогда, мечтал Ломоносов,



«расширенная и оснащенная... Академия наук будет таковою не только по названию, но и по знаменитым делам своим и по истинной пользе, приносимой государству, и приобретет заслуженную известность во всем мире во славу Российской империи».

*Литература*  
Белинский В. Г. Полное собрание сочинений. М., 1953. Т. 1.

Берков П. Н. Литературные интересы Ломоносова // Литературное творчество М. В. Ломоносова. Исследования и материалы. М.; Л., 1962.

Биларский П. С. Материалы для биографии Ломоносова. СПб., 1865.

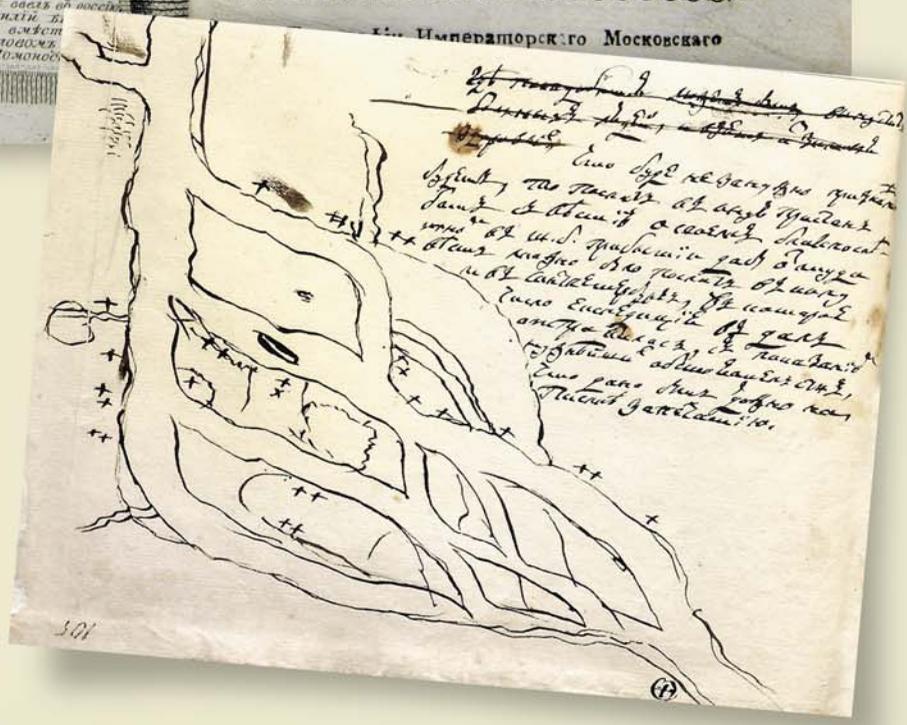
Летопись жизни и творчества М. В. Ломоносова / Сост. В. Л. Ченакал, Г. А. Андреева, Г. Е. Павлова, Н. В. Соколова. Под ред. А. В. Топчиева, Н. А. Фигуровского, В. Л. Ченакала. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961.

Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений / АН СССР, Гл. ред.: С. И. Вавилов, Т. П. Кравец, М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950–1983.

Материалы для истории Академии наук. СПб., 1879. Т. V.



Второе издание собрания сочинений в стихах и прозе М. В. Ломоносова. Типография Московского университета, 1778. Российская национальная библиотека



«Краткое руководство к красноречию» (1748) стало первым в России общедоступным руководством по риторике. До Ломоносова все работы, посвященные словесному искусству, выходили либо на латыни, либо на церковнославянском языке. Российская национальная библиотека

План дельты родной Северной Двины, сделанный М. В. Ломоносовым по памяти незадолго до смерти. Черновой автограф. СПФ АРАН (ф. 20, оп. 1, д. 2, л. 204 об.)



**МУЗЕЙ М. В. ЛОМОНОСОВА В МУЗЕЕ АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ ИМ. ПЕТРА ВЕЛИКОГО (КУНСТКАМЕРА) РАН**

Музей М. В. Ломоносова был создан распоряжением Президиума АН СССР от 8 мая 1947 г. Музей вошел в состав Института этнографии АН СССР не случайно. Здание Кунсткамеры – одно из первых академических зданий – неразрывно связано с деятельностью М. В. Ломоносова. Задачами нового Музея определялось «собрание и изучение материалов, относящихся к жизни и деятельности великого русского ученого». Для Музея М. В. Ломоносова в первые послевоенные годы была воссоздана башня здания Кунсткамеры по проекту архитектора Р. И. Каплан-Ингеля, ставшего первым директором Музея. Башня Кунсткамеры сгорела во время пожара 1747 г. и в течение 200 лет не восстанавливалась в своем историческом виде. В ходе работ по созданию Музея М. В. Ломоносова и восстановления Кунсткамеры из Германии был возвращен Большой академический (Готторпский) глобус, вывезенный фашистами из Царского села в 1942 г. Музей создавался как мемориальный и должен был показать жизнь и деятельность М. В. Ломоносова в тесной связи с развитием русской науки XVIII в. Одним из организаторов и создателей Музея стал президент

**Первая Астрономическая обсерватория Академии наук в экспозиции Музея М. В. Ломоносова в МАЭ РАН**

Академии наук СССР академик С. И. Вавилов, который возглавлял Комиссию по истории Академии наук (КИАН). Члены этой Комиссии впоследствии и стали одними из активнейших исследователей научного наследия М. В. Ломоносова. Для создания Музея М. В. Ломоносова специально созданной комиссией были предприняты усилия по разработке концепции его экспозиции и поиску экспонатов как в различных институтах и музеях, так и через антикварные магазины. Так как личных вещей ученого для наполнения экспозиции найти не представлялось возможным (к открытию Музея было всего 4 предмета), поиски были направлены на формирование музейного фонда предметами Ломоносовского времени: научными инструментами, бытовыми предметами, осветительными приборами, книгами. Из учреждений Академии наук получены: большое зажигательное стекло Чирнгаузена из Физического института, астрономическая труба и микроскоп из Оптического института; гравированные портреты Ломоносова и его современников, живописные портреты первых президентов Академии наук из ИРЛИ, документы и их копии из академического Архива.

Музей М. В. Ломоносова был торжественно открыт 5 января 1949 г. на заседании Президиума АН СССР, проходившем в реконструированном круглом зале Кунсткамеры. В эти же дни в Ленинграде проходила сессия Общего собрания АН СССР, посвященная истории отечественной науки и 200-летию постройки Академии наук химической лаборатории М. В. Ломоносова. В дальнейшем фонды Музея активно пополнялись. Прежде всего, нужно отметить те экспонаты, которые поступали по результатам археологической экспедиции, организованной историком техники В. В. Данилевским. Экспедиция работала в Усть-Рудице с 1949 по 1953 г. В ходе раскопок найдены остатки фундамента здания, бревна, битый кирпич, застывший раствор, куски штукатурки, тигли, реторты, горшки для плавки стекла, весы, железные наковаленки, обломки изразцов, осколки цветного стекла и, конечно, кусочки смальты. Многие из экспедиционных находок поступило в Музей М. В. Ломоносова. В 1953 г. Музей М. В. Ломоносова передали Институту истории естествознания и техники АН СССР, но в мае 1992 г. его вернули в Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, как и было задумано его основателями.

Современный Музей М. В. Ломоносова состоит из трех залов. В круглом зале (3-й этаж башни) представлена экспозиция «М. В. Ломоносов и Академия наук XVIII в.» с кабинетами физики, химии, Ломоносовскими мозаиками и трудами ученого по русскому языку, русской истории. В центре зала стоит тот самый круглый академический стол, за которым заседали первые петербургские академики и который можно часто видеть в фильмах о Ломоносове или первых годах деятельности Академии наук в России. Экспозиции «Первая Астрономическая обсерватория XVIII в.» (4-й этаж башни) и «Большой Академический (Готторпский) глобус» (5-й этаж башни) дают не только яркое представление о великолепном оснащении первой петербургской обсерватории, но и напоминают о том, сколько сил вложил Ломоносов в борьбу за то, чтобы обсерватория эта работала и на ней могли вести наблюдения не только иностранные, но и русские астрономы. Образ русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова предстает в Музее во всем многообразии его универсального гения.

М. Ф. Хартанович,  
Н. П. Копанева



Большой академический (Готторпский) глобус в экспозиции Музея М. В. Ломоносова в МАЭ РАН

Е. М. ЛУПАНОВА



# Ночезрительная труба, морская жезл и большой пендул конструкции Ломоносова

В многогранной деятельности ученого-энциклопедиста М. В. Ломоносова стоит особо выделить разработку новых научных приборов и инструментов для физических и астрономических наблюдений. Его творчество в области приборостроения уже не раз привлекало к себе внимание историков, – например, при подготовке к публикации «Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова», осуществленной по инициативе и под руководством академика С. И. Вавилова. Однако со второй половины 1960-х гг. интерес к этой теме падает, и сегодня важная сторона творчества великого ученого остается малоизвестной широкому кругу читателей



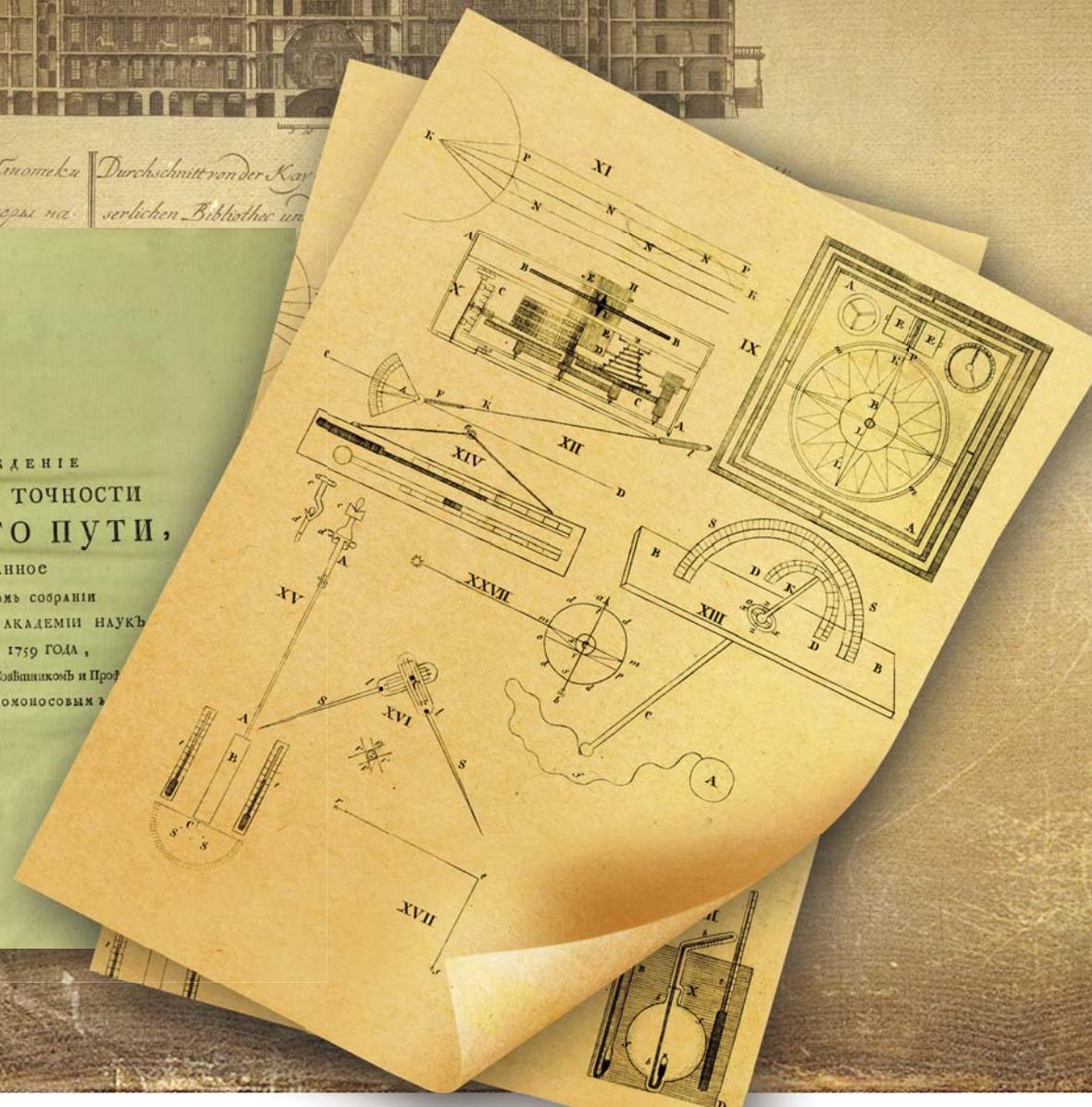
ЛУПАНОВА Евгения Михайловна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Отдела истории Кунсткамеры и российской науки XVIII в. (Музей М. В. Ломоносова) Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Санкт-Петербург). Автор 30 научных работ, в том числе одной монографии

◀ В своей работе «Рассуждения о большей точности морского пути» (1759) М. В. Ломоносов описал около двадцати навигационных астрономических инструментов оригинальной конструкции. Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург. Вверху – зрительная труба, выполненная И. И. Беляевым по проекту М. В. Ломоносова. Вторая половина XVIII в. Картон, дерево, кожа. Музей антропологии и этнографии РАН, Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** М. В. Ломоносов, приборостроение, история научных и навигационных инструментов  
**Key words:** M. V. Lomonosov, instrument making, history of scientific and navigational instruments

РАССУЖДЕНИЕ  
О БОЛЬШЕЙ ТОЧНОСТИ  
МОРСКОГО ПУТИ,

чипанное  
въ публичномъ собраніи  
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ  
МАІЯ 8 ДНЯ 1759 ГОДА,  
Господиномъ Коллежскимъ Слѣбшникомъ и Профессоромъ  
Михайломъ Ломоносовымъ



С первых же лет своей деятельности в Академии наук М. В. Ломоносов располагал для работы приборами Физического кабинета, созданного академиком Г. В. Крафтом. Кабинет был оснащен по последнему слову техники своего времени, но разнообразие инструментов не удовлетворяло ученого-новатора.

Для проведения опытов ему требовались новые инструменты, разработкой которых он и занялся собственноручно. Часть этих проектов была реализована: новые инструменты изготовили по его заказу в Инструментальной палате Академии наук. Некоторые разработки так и остались незавершенными, а некоторые изобретенные им инструменты так и не были изготовлены при жизни их создателя.

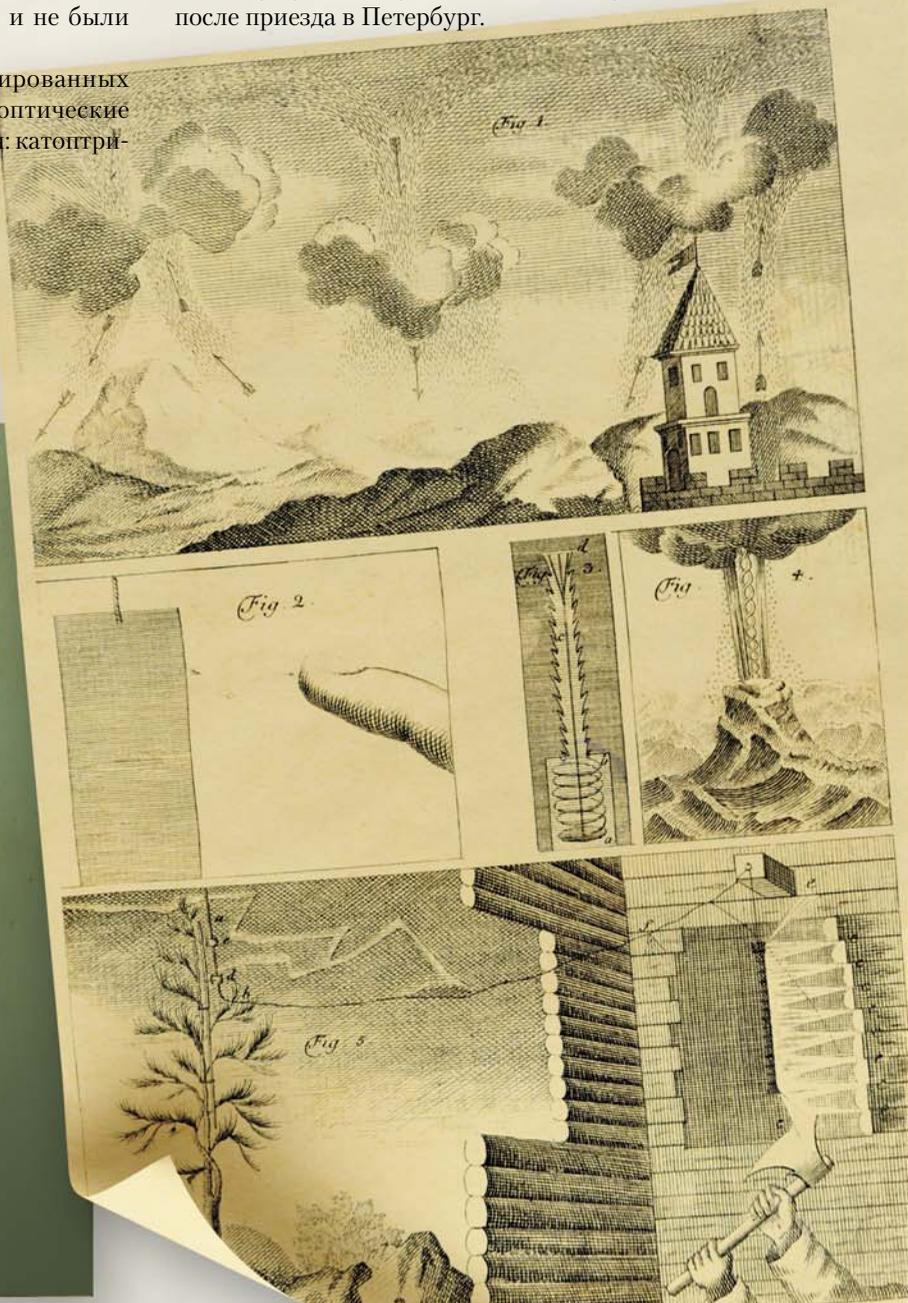
Все разнообразие приборов, сконструированных Ломоносовым, делится на две группы – оптические и механические. К первой группе относятся: катоптри-

ко-диоптрический зажигательный инструмент, рефрактометры, батоскоп, зеркальные телескопы и зрительные трубы; ко второй – барометры, центроскопический маятник и пружинные часы.

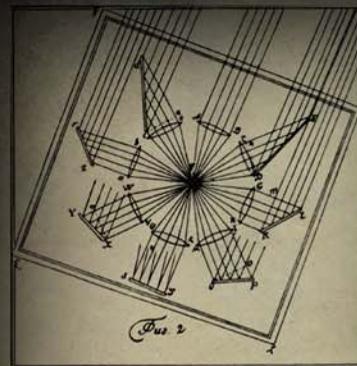
### Солнце и ветер

Работу над своим первым прибором – *катоптрико-диоптрическим зажигательным инструментом* – молодой ученый начал сразу по возвращении из-за границы. Его «Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте» было представлено в Академию наук уже в августе 1741 г., т. е. спустя два месяца после приезда в Петербург.

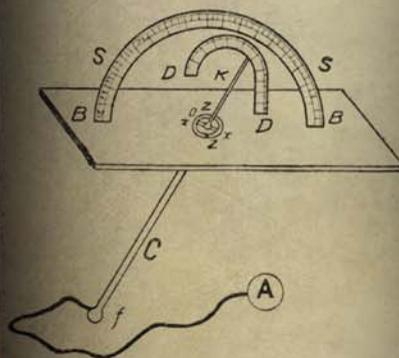
Титульная страница и гравюра из «Слова о явлениях воздушных от электрической силы происходящих» (1753). Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург



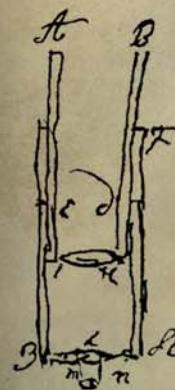
СЛОВО  
О  
ЯВЛЕНИЯХ ВОЗДУШНЫХ  
ОТ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ  
ПРОИСХОДЯЩИХ,  
ПРЕДЛОЖЕННОЕ  
ОМЪ  
МИХАИЛА ЛОМОНОСОВА.



Линзы катоптрико-диоптрического зажигательного инструмента были расположены так, что их оптические оси сходились в одну точку\*

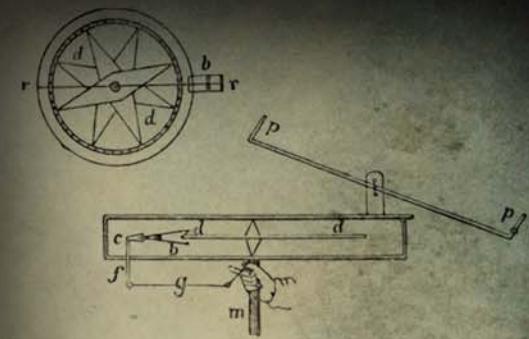


В приборе для определения направления и скорости течения воды к спице, свободно размещенной в центре, крепился лить



Ночезрительная труба была снабжена объективом специальной конструкции для улучшения видимости в условиях слабого освещения\*

\* Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова



Компас для взятия азимутов светил



Секстант с искусственным горизонтом избавлял моряков от необходимости находить природный горизонт, плохо видимый в тумане и в ночное время



Все имевшиеся на то время зажигательные инструменты состояли преимущественно из одного вогнутого зеркала или выпуклой линзы. Гораздо реже вместо одного зеркала (линзы) использовалось два.

Предложенная Ломоносовым конструкция была совершенно оригинальной. Он опытным путем нашел оптимальное расположение восьми линз так, что их оптические оси составляли между собой углы  $45^\circ$  и сходились в одну общую точку. Около семи линз были определенным образом расположены плоские зеркала. Ученый добился того, что падающий на инструмент параллельный пучок солнечных лучей, отразившись от зеркал, попадал на соответствующие линзы, преломлялся и «сгушался» в общей «зажигательной точке». Для быстрой и удобной установки инструмента относительно солнца был предусмотрен специальный «диоптр», а ножка соединялась с доской шарнирным механизмом, позволявшим задавать ей любые повороты и наклоны. К основной доске с линзами и зеркалами прикреплялась еще одна – для предметов, подносимых к фокусу.

Никогда ранее физики не высказывали мысль о возможности соединения фокусов нескольких линз в одну точку. Ломоносов не только разработал конструкцию прибора, но и сам произвел все расчеты, касающиеся размеров линз, углов, зажигательной силы каждой линзы и всего инструмента и др.

Рукопись «Рассуждения о катоптрико-диоптрическом...» передали для прочтения петербургским академиком, но она не была оценена по достоинству. Через семнадцать лет Ломоносов вновь поднимет вопрос об обсуждении и реализации проекта. И хотя на сей раз академики признают пользу изобретения, прибор, судя по имеющимся данным, так и не будет построен (Ченакал, 1951; Литинецкий, 1961).

В 1749 г. Ломоносов представит в Академию свой труд об *анеморумбометре* – приборе для одновременного измерения скорости и направления ветра. Во время работы прибор ориентировался по ветру при помощи флюгера. Более ранние анемометры позволяли судить лишь о максимальной скорости или силе ветра и не давали сведений о переменах. Анеморумбометры получат распространение лишь в XVIII в., однако связь этих изобретений с проектом Ломоносова не очевидна.

### Забыты на столетие

В 1752 г. М. В. Ломоносов начал конструировать *рефрактометр* – «машину, пригодную для изучения преломления лучей света в разных жидкостях». Идея изготовления такого прибора базируется на мысли о возможности использовать показатель пре-

ломления прозрачных веществ для определения их свойств.

Изготовить рефрактометр поручили подмастерью Инструментальных палат Академии наук Ф. Н. Тирютину. Выполнение заказа растянулось на четыре года, и нетерпеливый ученый предпочел изготовить рефрактометр в собственной лаборатории. В ходе этой работы он усовершенствовал конструкцию прибора (Ченакал, 1950). В неоконченном труде «Новый способ наблюдения преломления лучей во всякого рода прозрачных телах» ученый напишет: «В то время, пока я ожидал его изготовления, мне пришел в голову другой прием, гораздо более легкий и более пригодный для производства большого числа и более достоверных опытов при гораздо меньшей затрате времени... Прием этот состоит в том, что вместо луча, входящего в прозрачное тело, наблюдается луч, выходящий из него» (Ломоносов, 1952, с. 445).

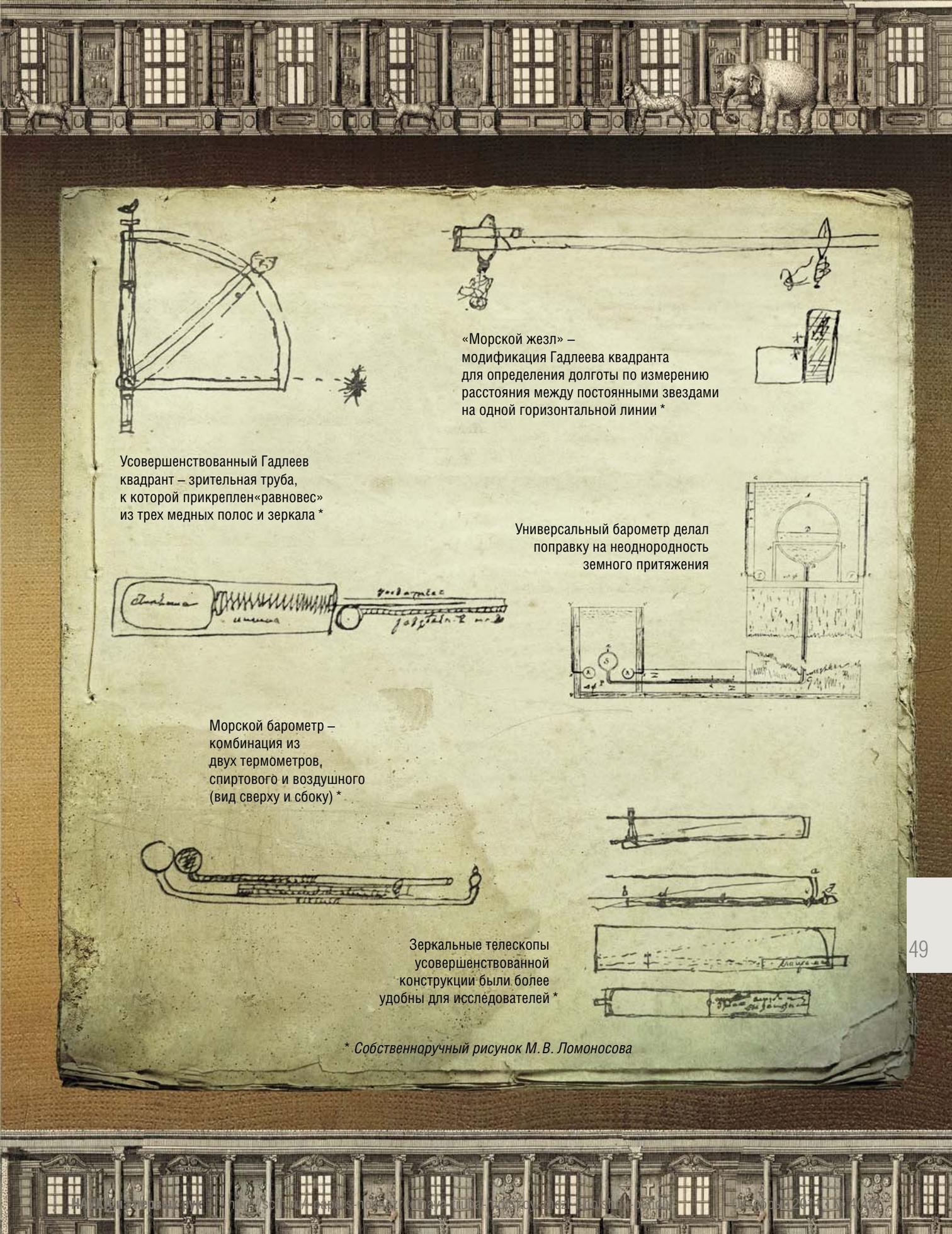
На построенном им рефрактометре Ломоносов определил показатели преломления более чем для пятидесяти жидкостей (Wollaston, 1802). При этом он снова значительно опередил свое время – рефрактометрия вошла в широкую научную практику спустя более 100 лет после его смерти (Июффе, 1983).

С приходом Ломоносова к руководству Географическим департаментом Академии наук в 1757 г. его интересы в области оптики смещаются в сторону проектирования астрономических, навигационных и геодезических инструментов. За год до назначения на эту должность он начинает заниматься разработкой *ночезрительной трубы*. По мысли изобретателя эта труба, снабженная объективом и окуляром, предназначалась для рассматривания удаленных предметов в условиях слабого освещения. Особенное значение этот прибор должен был иметь для мореплавателей (Вавилов, 1946; Литинецкий, 1961).

Этот проект, вызвавший бурные дискуссии в стенах Академии, в итоге был признан невыполнимым. Нужно заметить, что почти десять лет спустя Ломоносов собственноручно изготовит три таких трубы для полярной экспедиции В. Я. Чичагова (Ломоносов, 1957), но об их применении на практике ничего неизвестно. Сама же идея изготовления труб для ночных наблюдений была забыта на последующие 150 лет (Вавилов, 1946).

### Для «точности морского пути»

В области приборостроения Ломоносов особенно плодотворно работал в период создания «Рассуждения о большей точности морского пути» (1758–1759 гг.) – труда, в котором он описал около двадцати навигационных астрономических инструментов оригинальной конструкции.



«Морской жезл» – модификация Гадлеева квадранта для определения долготы по измерению расстояния между постоянными звездами на одной горизонтальной линии \*

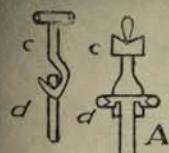
Усовершенствованный Гадлеев квадрант – зрительная труба, к которой прикреплен «равновес» из трех медных полос и зеркала \*

Универсальный барометр делал поправку на неоднородность земного притяжения

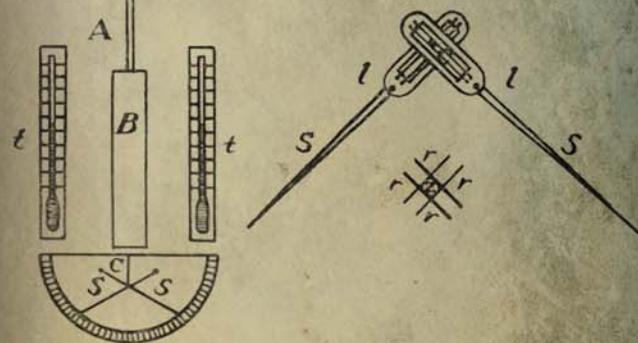
Морской барометр – комбинация из двух термометров, спиртового и воздушного (вид сверху и сбоку) \*

Зеркальные телескопы усовершенствованной конструкции были более удобны для исследователей \*

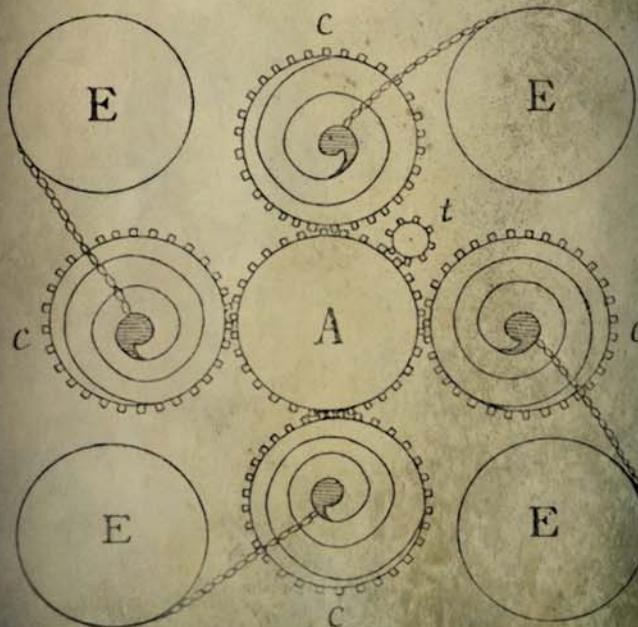
\* Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова



«Большой пендул» – центроскопический маятник, реагирующий на изменения силы земного тяготения



В морском хронометре было четыре пружины, причем для более точного хода часов завод пружин производился поочередно, с шестичасовым интервалом



Он предлагает изготавливать компасы большего размера, чтобы можно было отчетливо видеть деления картушки и легко отсчитывать показания с точностью до одного градуса. А для фиксации случайных отклонений от курса вследствие внезапной перемены ветра или течения – «компас самопишущий», первый в мире курсограф. В самопишущем компасе часовой механизм двигал бумажную ленту, автоматически вычерчивая на ней все отклонения от заданного румба.

Для своевременной корректировки курса Ломоносов предлагал использовать также особый прибор для определения направления и скорости морских течений. На деревянной основе прибора устанавливалось две перпендикулярные друг другу дуги, разделенные на градусы; в центре – свободно двигающаяся в любом направлении спица, к концу которой подвешивался линь. Чтобы определить направление и скорость течения, было необходимо остановить судно, бросить в воду линь, после чего спица указывала искомые показатели, отмеченные на дугах.

В ряду навигационных приборов, которые усовершенствовал Ломоносов, выделяются *секстант с искусственным горизонтом* и *Гадлеев квадрант*. В отличие от традиционного секстанта, определяющего долготу и широту местонахождения корабля посредством измерения угла между небесными светилами и горизонтом, секстант Ломоносова позволял вычислять координаты только из показаний

хронометра в моменты, когда реперные звезды пересекали горизонтальную линию, проходящую через Полярную звезду. Так как с этим прибором не было необходимости искать линию природного горизонта, которую плохо видно в туманную погоду и ночью, моряки избавлялись от распространенной ошибки в измерениях высоты светил вследствие рефракции вблизи горизонта.

Усовершенствованный Гадлеев квадрант – «инструмент к наблюдению звезд на тех же линиях вертикальных» – представлял собой зрительную трубу оригинальной конструкции с прикрепленным «равновесом» из трех медных полос и зеркала. Наведя трубу на одну из звезд, наблюдатель мог поворотом зеркала привести в поле зрения другую звезду, находящуюся в той же вертикали. Таким образом, он снова избавлялся от необходимости поиска горизонта.

Другой альтернативой квадранту стал ломоносовский «морской жезл», значительно упрощавший определение долготы. Принцип работы «морского жезла», как и квадрантов (и его упрощенных аналогов секстантов и октантов), основывался на измерении расстояния между постоянными звездами на одной горизонтальной линии.

### «Силовые» изобретения

Установив взаимосвязь между изменением давления и образованием сильных штормовых шквалов, Ломоносов занялся совершенствованием конструкции *барометров*. Ртутные барометры того времени были малоприспособны для использования на судах, так как их показания искажались движением и качкой.

В «Рассуждении о большей точности морского пути» ученый предлагает морской барометр, представляющий собой комбинацию двух горизонтально расположенных на одной доске термометров – спиртового и воздушного. Совпадение показаний обоих термометров означало, что наблюдаемое атмосферное давление равно тому, которое было зафиксировано при изготовлении прибора. При повышении атмосферного давления воздушный термометр показывал меньшую температуру, чем спиртовой, при понижении – наоборот.

В последующие годы Ломоносов продолжал работать над совершенствованием конструкции барометров, однако описания более поздних модификаций не сохранились. Мастера Инструментальных палат Академии наук изготовили несколько экземпляров, которые демонстрировались в Академии, а затем использовались для оснащения экспедиции Чичагова. Однако их производство для нужд флота так и не было налажено, и лишь спустя несколько десятилетий после смерти Ломоносова его разработки повторили западноевропейские изобретатели.

Более счастливой оказалась судьба *универсального барометра*, сооруженного при непосредственном участии Ломоносова. Опыты с этим прибором позволили его изобретателю сделать открытие: изменение уровня ртути в обычном барометре зависит не только от уровня атмосферного давления, но и от силы тяжести в различных географических точках. Сила же тяжести, в свою очередь, обусловлена расстоянием до центра Земли и распределением плотных масс в земной коре.

В экспериментах по измерению изменений силы тяжести и приливной силы Ломоносов использовал маятники оригинальной конструкции, в том числе так называемый *большой пендул*, который он установил прямо у себя дома. Этот центроскопический маятник, как и универсальный барометр, реагировал на вариации силы тяготения из-за влияния Луны и Солнца. Результаты своих наблюдений при помощи этого прибора в 1759–1763 гг. Ломоносов представил в виде «Таблицы колебаний центроскопического маятника, а также изменений в высоте барометров закрытого и обыкновенного, наблюдавшихся в Петербурге». В интересах развития мореплавания ученый считал необходимым продолжить аналогичные наблюдения в разных точках земного шара.

### Предпочитаются прочим по справедливости

Среди базовых инструментов для навигационных, геодезических и астрономических наблюдений Ломоносова особенно привлекали *зеркальные телескопы*. Работая над совершенствованием их конструкции, он добивается более ясного и четкого изображения. При этом сама технология производства таких усовершенствованных телескопов оказалась более простой и дешевой по сравнению с предшествующими. Новые телескопы стали и более удобными: наблюдателю не нужно было задирать голову при наблюдении неба и звезд. Изменяя угол наклона зеркала и размеры линзы, Ломоносов создал несколько вариантов зеркальных телескопов, которые использовал для наблюдений.

Эксперименты в области оптики приводят ученого и к мысли о создании принципиально новых приборов, аналогов для которых не существовало. Так, в 1759 г. он предложил проект *гидроскопической трубы* – первого в мире батоскопа. Прибор состоял из обычной зрительной трубы с плоским защитным стеклом, находившимся впереди объектива на значительном расстоянии. Такая конструкция позволяла достигнуть хорошей видимости в воде, так как между объективом и плоским стеклом оставался столб воздуха.

К числу замечательных изобретений ученого следует отнести и *горизонтоскоп*, особого вида крепостной перископ с механизмом для горизонтального обзора



Точило для изучения свойств твердых материалов. Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова

местности. Прибор представлял собой трубу, вращающуюся вокруг оси на 360°, и позволял осматривать весь горизонт. На основе горизонтоскопа и ночезрительной трубы Ломоносов задумал создать новый прибор для военных целей – *ночной полемоскоп*, но детально разработать его конструкцию не успел.

В эпоху Ломоносова важнейшим навигационным прибором для капитанов кораблей служили обыкновенные часы, при помощи которых определяли не только время, но и местоположение корабля. Однако, как писал ученый, распространенные тогда механические «часы с отвесами и гирями отнюдь не терпят стремления волнующегося моря. Пружинами движимые предпочитают прочим по справедливости».

И он ставит своей целью разработать максимально точные часы с пружинным механизмом. Характерные для таких часов погрешности в работе объясняются тем, что по мере раскручивания пружины падает ее упругость. Ломоносов предложил конструкцию часов с четырьмя пружинами вместо одной. Завод каждой следующей пружины производился с шестичасовым интервалом, вследствие этого общая сила упругости пружин уравнивалась.

Потрясающее разнообразие научных приборов, сконструированных М. В. Ломоносовым, в очередной раз свидетельствует о многогранности интересов ученого, его необыкновенной способности находить практическое применение собственным обширным знаниям в области физики, отыскивать неординарные решения поставленных перед собой задач.

К сожалению, подавляющее большинство предложенных им приборов не вошло в широкий научный оборот, было забыто после его смерти и лишь спустя десятилетия изобретено заново. Приборы, получившие одобрение Петербургской Академии наук, изготавлива-

◀ Об энциклопедической широте научных интересов великого русского ученого свидетельствует не только огромное число его исследований в самых разных областях знания, но и потрясающее разнообразие созданных и усовершенствованных им приборов. Слева – страницы из работ М. В. Ломоносова «Слово о явлениях воздушных от электрической силы происходящих» (1753) и «Первые основания металлургии, или рудных дел» (1763). Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург

В статье использованы иллюстрации из работ И. Б. Литинецкого (1952, 1961) и Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова

лись в Инструментальных палатах либо силами самого изобретателя. Последнему немало способствовало то обстоятельство, что в 1762 г. Ломоносов создал собственную, домашнюю инструментальную мастерскую, в которой продолжал усовершенствовать уже созданные приборы и сооружать новые.

Экспериментальные работы первого русского академика в области приборостроения стали первым «университетом» отечественных естествоиспытателей. На их основе стали развиваться лучшие традиции российской экспериментальной науки – ее новаторство и глубокая связь с практикой.

*Литература*

Билык В. Я. Прибор Ломоносова для исследования жидкостей // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1960. С. 70–82.

Билык В. Я. Универсальный барометр Ломоносова и газовые гравиметры XX в. // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1960. С. 41–69.

Вавилов С. И. Ночезрительная труба М. В. Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 2. М.; Л., 1946. С. 71–92.

Елисеев А. А. Физический кабинет Академии Наук в первой половине XVIII в. и Ломоносов // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 1. М.; Л., 1940. С. 173–206.

Иоффе Б. В. Рефрактометрические методы химии. Л., 1983.

Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов – основоположник отечественного приборостроения. М.; Л., 1952.

Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов и экспериментальная техника. Киев, 1961.

Ломоносов М. В. Новый способ наблюдения преломления лучей во всякого рода прозрачных телах // Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. Т. 3. Труды по физике. М., 1952.

Ломоносов М. В. Письмо Чернышеву И. Г., 26 октября 1764 г. // Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. Т. 10. Служебные документы. Письма. 1734–1765 гг. М.; Л., 1957.

Ченакал В. Л. Зеркальные телескопы М. В. Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1951. С. 109–123.

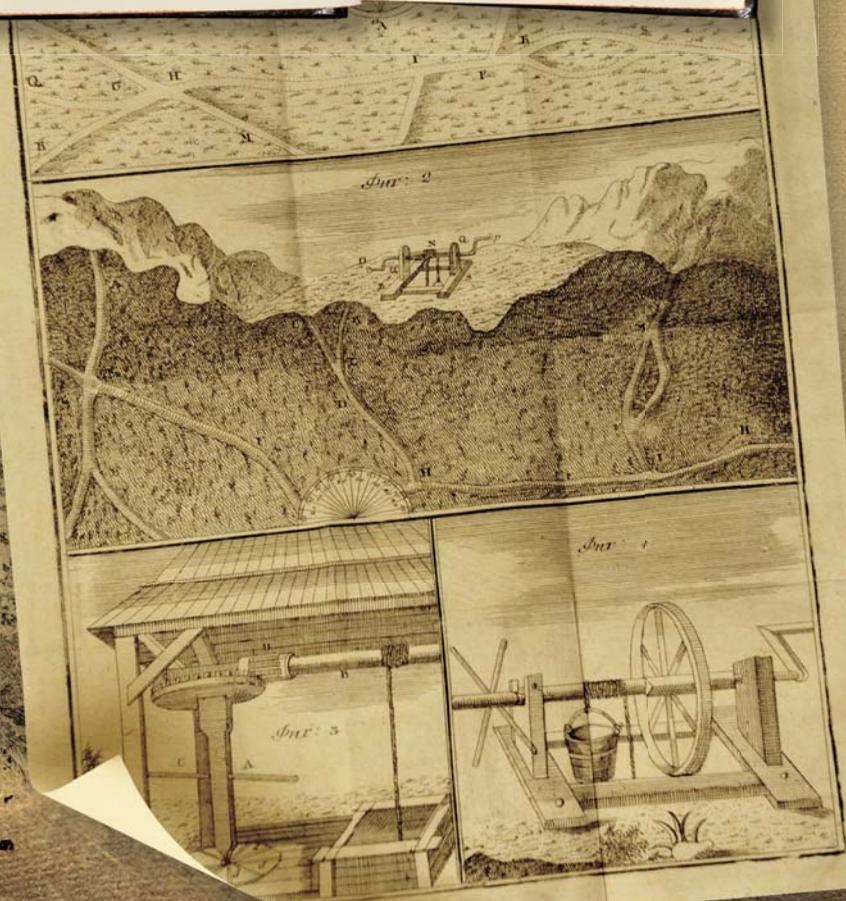
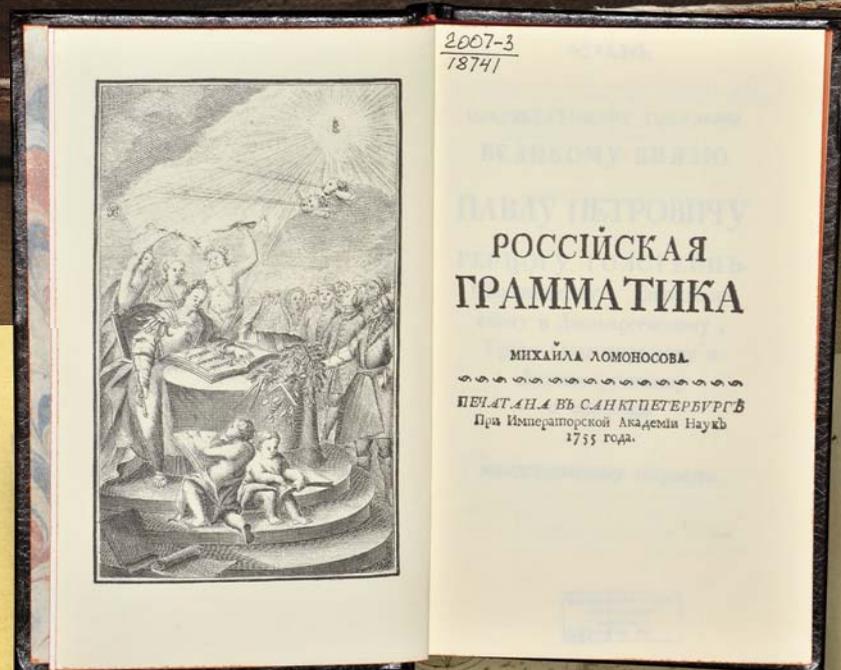
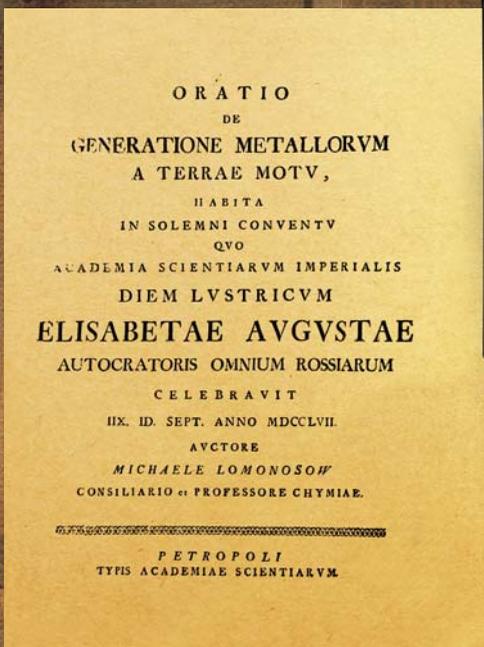
Ченакал В. Л. Катоптрико-диоптрический зажигательный инструмент Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1951. С. 66–83.

Ченакал В. Л. Рефрактометр и рефрактометрические исследования в работах М. В. Ломоносова // Успехи физических наук, 1950. № 9 (42). С. 41–50.

Wollaston W. H. A Method of Examining Refractive and Dispersive Powers by Prismatic Reflection // The Philosophical Transaction. Vol. 92 (1802). P. 365–380.

Н. А. КОПАНЕВ

# Книжный оформитель Михайло ЛОМОНОСОВ



*Русское искусство книги второй половины XVIII в. тесно связано с именем М.В. Ломоносова. Оформление прежде всего своих собственных произведений было для великого русского ученого неотъемлемой частью повседневной работы, делом, в котором ярко отразились его эстетические, художественные воззрения. И как труды Ломоносова по физике, химии, языкознанию и истории определили основное русло развития русской науки, так и приемы оформления, использованные им при издании книг, стали нормативными для основных типографий России XVIII в.*

ученого, способствует лучшей работе наборщиков, а следовательно, улучшает качество всего издания. Эта мысль звучит и в записке Ломоносова о печати первого тома «Древней российской истории» (1763): «Сию книгу не намерен печатать, как она начата, с примечаниями и сокращениями на поле, но токмо с одними цитациями авторов, а примечания присовокуплю назаде. Сие для того, что приметил я при печатании от того замешательства, и думаю, что и читателям не легче будет» (Ломоносов, Полн. собр. соч., Т. 9).

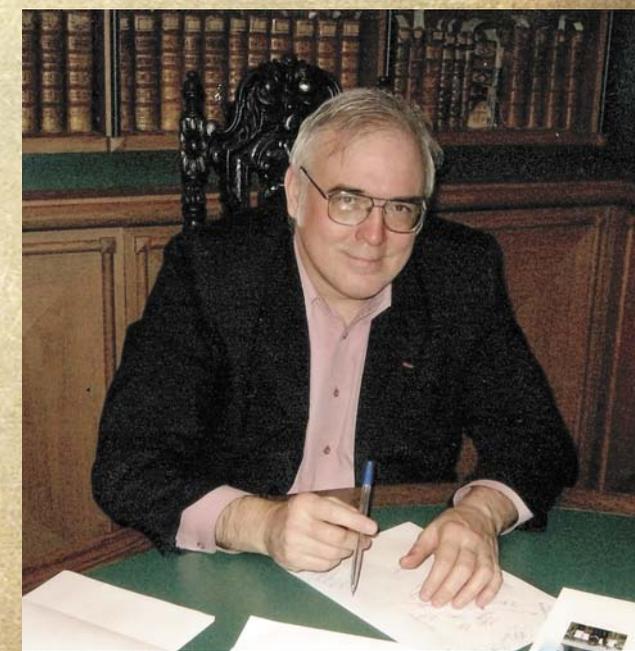
**В**нимание к книжному искусству первого русского академика было постоянным и неслучайным. Гравюры и виньетки, носившие аллегорический характер, зачастую воплощали сложные научные теории. Большинство виньеток и гравированных фронтисписов одновременно являлись и издательскими марками или эмблемами ученых обществ и академий.

М. В. Ломоносов внимательно следил за всеми этапами издательской и типографской работы, начиная от оформления рукописи и кончая переплетом уже отпечатанных книг. Этому несомненно способствовало не только отличное знание Ломоносовым книгоиздательской технологии, но и его личное знакомство с главой академической типографии А. С. Барсовым, его однокашником по Славяно-греко-латинской академии.

## С заботой о читателе

Представляя в 1755 г. свою рукопись «Российской грамматики» в академическую типографию, Ломоносов считал необходимым прежде всего «переписать черновую рукопись работы, чтобы ее набрать было способнее» (Гравировальная палата Академии наук XVIII в., 1985). Ведь хорошая рукопись, по мнению

*Ключевые слова:* М. В. Ломоносов, книгопечатание, гравюры.  
*Key words:* M. V. Lomonosov, typography, prints



КОПАНЕВ Николай Александрович – кандидат исторических наук, руководитель Центра изучения эпохи Просвещения «Библиотека Вольтера» (Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург). Кавалер Ордена Почетного Легиона (Франция). Автор более 70 научных работ

ORATIO  
DE  
UTILITATE CHEMIAE  
IN PVBLICO CONVENTV  
IMPERIALIS ACADEMIAE SCIENTIARVM  
INSTITVTO  
AD AGENDVM ANNIVERSARIVM FESTVM DIEM  
ONOMASTICVM  
CLEMENTISSIMAE AC POTENTISSIMAE  
DOMINAE  
ELISABETAE  
PETRI FILIAE  
IMPERATRICES TOTIVS ROSSIAE  
HABITA  
A. C. 1755. Idus. VIII. Idus Septembres.  
MICHAELE LOMONOSOV  
CONSILIARIO ACADEMICO.  
Ex Rossica autem in Latinam linguam  
CONVERSA  
GREGORIO KOSITZKI  
PETROPOLI,  
Typis Academiae Scientiarum.

Титульная и первая страницы ▶ опубликованного «Слова похвального блаженныя и вечнодостойныя памяти государю императору Петру Великому», которое М. В. Ломоносов произнес на торжественном заседании Академии наук 26 апреля 1755 г. *Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)*

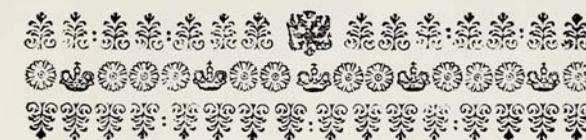
СЛОВО  
О  
ПОЛЬЗѢ ХИМИИ,  
ВЪ ПУБЛИЧНОМЪ СОБРАНІИ  
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ  
СЕНТЯБРЯ 6 ДНЯ 1751 ГОДА  
ГОВОРЕННОЕ  
МИХАЙЛОМЪ ЛОМОНОСОВЫМЪ.

Титульные страницы «Слова о пользе химии в публичном собрании Императорской Академии наук, сентября 6 дня 1751 года говоренное Михайлом Ломоносовым», изданного на русском (1751) и латинском (1759) языках. *Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)*

СЛОВО ПОХВАЛЬНОЕ  
блаженныя и вѣчнодостойныя памяти  
государю императору  
ПЕТРУ ВЕЛИКОМУ  
въ торжественное празднество  
КОРОНОВАНІЯ  
ЕЯ ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА  
всепресвѣтлѣйшя, самодержавнѣйшя, великія  
государыни императрицы  
ЕЛИСАВЕТЫ ПЕТРОВНЫ  
САМОДЕРЖИЦЫ ВСЕРОССІЙСКІЯ  
въ публичномъ собраніи  
Санктпетербургской Императорской Академіи Наукъ  
говоренное  
МИХАЙЛОМЪ ЛОМОНОСОВЫМЪ  
Апрѣля 26 дня 1755 года.  
Печатано при Императорской Академіи Наукъ.

Столь же внимательно, как и к подготовке рукописи, Ломоносов относился к шрифтовому оформлению своих произведений, которое, как считается, играет ведущую роль в искусстве книги (Сидоров, 1964). В этой связи интересны уже первые издания произведений Ломоносова, например «Слово похвальное имп. Елизавете Петровне... сентября 6 дня 1749 г. говоренное» или «Слово о пользе химии в публичном собрании имп. Академии наук сентября 6 дня 1751 г. говоренное».

Бросается в глаза одинаковое оформление этих работ. Первые страницы обоих изданий открываются тремя строчками наборных орнаментов, текст начинается гравированными инициалами. На титульных листах с помощью различных по размерам и насыщенности шрифтов выделены наиболее важные, ключевые для той или иной работы понятия. Таковыми, например, в издании 1751 г. были слова «О ПОЛЬЗЕ ХИМИИ». Менее всего на титульном листе этого и других изданий Ломоносова выделялась фамилия автора. Те же приемы Ломоносов использовал и в дальнейшем, например, в более позднем «Слове похвальном... Петру Великому» (1755).



Священнѣйшее помазаніе и вѣнчаніе на Всероссійское государство всемилоспивѣйшя Самодержицы нашея праздная; слушатели, подобное видимъ къ Ней и къ общему опечеству Божіе снисхожденіе, каковому въ Ея рожденіи и въ полученіи опеческаго достоянія чудимся. Дивно ЕЯ рожденіе предзнаменованіемъ царства; преславно на престолѣ восшествіе покровеннымъ свыше мужествомъ; благоговѣйныя радости исполнено пріятіе опеческаго вѣнца съ чудными побѣдами отъ руки Господни. Хопя бы еще кому сомнительно было, отъ Бога ли на землі обладатели пославляющіяся,

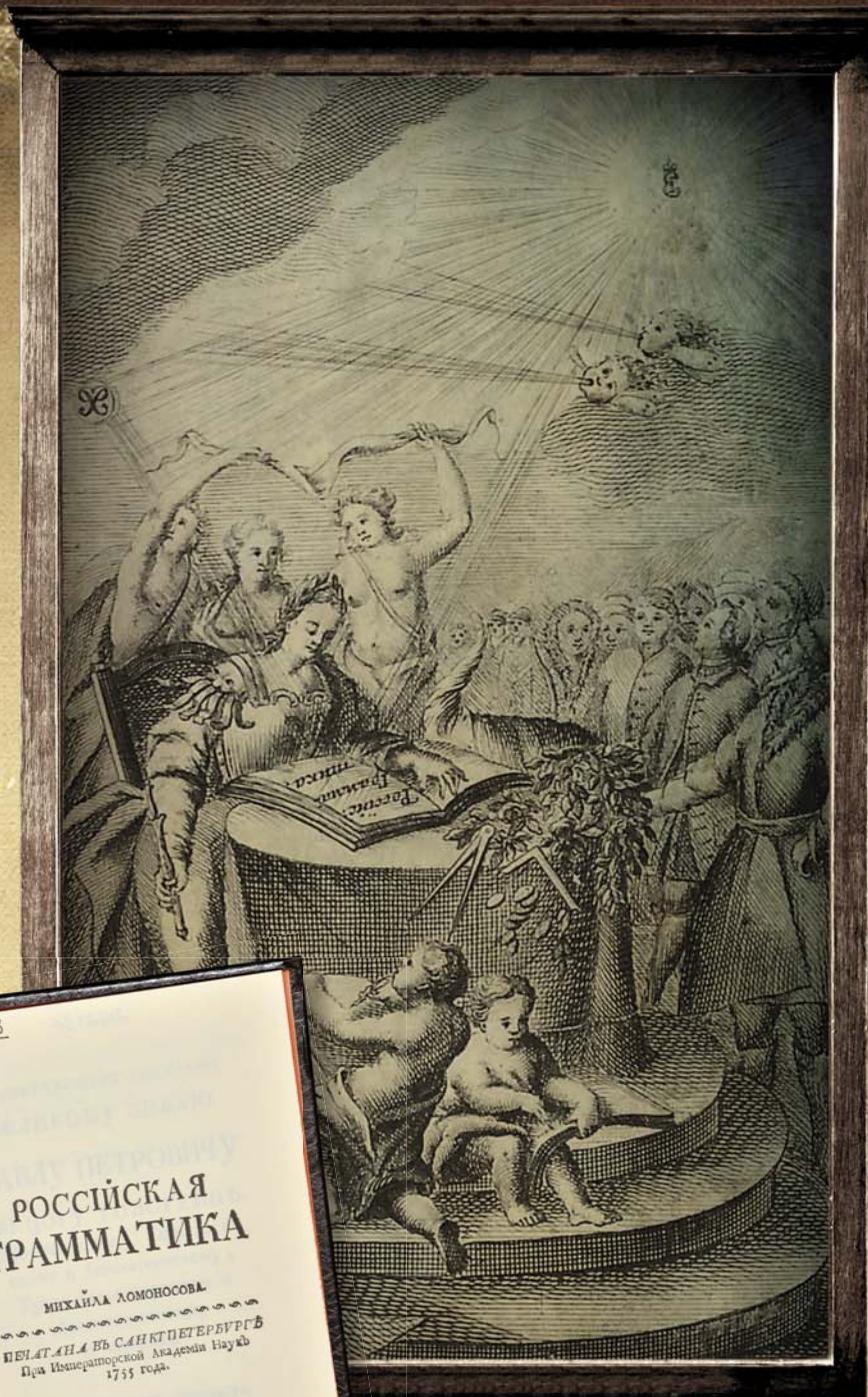
Умелое пользование шрифтами позволяло русскому ученому выделять из своих работ положения, имевшие наибольшее значение для понимания произведения. Например, в том же «Слове похвальном... Петру Великому» курсивом были выделены близкие русскому ученому, проникнутые глубоким патриотическим чувством слова: «*Восстани и ходи; восстани и ходи, Россія. Оттряси свои сомнения и страхи; и радости и надежды исполнена красуйся, ликуй, возвышайся*» (Слово похвальное... имп. Петру Великому, 1755).

### «Для украшения поставить гравировальный лист»

Работая над изданиями своих произведений, Ломоносов постоянно заботился об украшении их гравюрами, оттиснутыми как с медных, так и с деревянных досок.

Так, в 1750 г. в типографии Академии наук вышла в свет трагедия Ломоносова «Тамира и Селим», которая открывалась известной гравюрой, выполненной по эскизу самого ученого (Гравировальная палата... 1985).

Фронтиспис книги М. В. Ломоносова «Российская грамматика» (1751). Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург). В этом издании была представлена первая полная нормативная грамматика русского литературного языка. Именно в этой книге Ломоносов написал известные слова о русском языке, в котором находит «великолепие испанского, живость французского, крепость немецкого, нежность италийского, сверх того богатство и сильную в изображениях краткость греческого и латинского языка». «Российская грамматика» состоит из шести Наставлений, в которых рассматриваются основные понятия о строе языка, «чтение и правописание российское», нормы произношения разных букв, употребление на письме знаков и т. д.



Гравированная заставка в издании «Торжество Академии наук на вожделенный день тезоименитства Ея Императорского величества державнейшия и непобедимейшия великия государыни императрицы Елисаветы Петровны самодержицы всероссийския, публично говоренными речами празднованное сентября 6 дня 1751 года» (1751). Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)



Не менее знаменита и другая гравюра, также сделанная по замыслу Ломоносова, – фронтиспис к «Российской грамматике». В рапорте в канцелярию Академии наук от 17 октября 1755 г., Ломоносов писал: «Для украшения помянутой грамматики прилично наперед поставитъ грьдоравальный лист, которого при сем сообщаю идею».

Далее следовала «Идея гравировального листа»: «Представить на возвышенном несколько ступеньми месте престол, на котором сидит Российский язык в лице мужеском, крепком, тучном и притом приятном; увенчан лаврами, одет римским мирным одеянием. Левую руку положил на лежащую на столе растворенную книгу, в которой написана: *Российская грамматика*; другую простирает, указывая на упражняющихся в письме гениев, из которых один пишет сии слова: *Российская история*, другой: *Разныя сочинения*. Подле сидящаго Российского языка три нагия грации, схватясь руками, ликують и из лежащаго на столе подле грамматики рога изобилия высыпают к гениям цветы, смешанные с антиками и с легкими инструментами разных наук и художеств. Перед сим тронном на другой стороне стоят в куче разные чины и народы, Российской державе подданные, в своих платьях. Наверху над всем сим ясно сияющее солнце, которое светлыми лучами и дышущими зефирами

Науки опль всѣхъ похвалями превозносятся, и почипаются за необходимо потребныя, когда извѣстно, Почтенныише Слушатели! какой имяно пользы должно опль нихъ надѣяться въ живипи человеческомь. Такимь образомь учреждены во всѣхъ почти государствѣхъ на казенномь иждивеніи закона божія учипели для пользы душевныя, въ гражданскихъ правахъ искусныя для защищенія обидимыхъ, и знающіе сложеніе тѣла человеческого для исправленія поврежденнаго здравія: одни Философы достойны сожалѣнія, для того, что нѣкоторые науки ихъ особливоже Физика, высокая Математика, Механика и Астрономія опль большой части людей за одно любопытство

прогоняет туман от Российского языка. В середине солнца – литера *Е* под императорскою короною (императрица Елизавета Петровна – *Н.К.*) Позади солнца – следующий на восходе молодой месяц с литерою *П* (наследник престола Петр Федорович – *Н.К.*), который принятыя от солнца лучи испускает от себя на лежащую на столе Российскую грамматику». Фронтиспис гравировал И. А. Соколов по рисунку И.-Э. Гриммеля, который несколько изменил композицию, поставив в центр не мужчину «в мирном римском одеянии», а женщину со скипетром, императрицу Елизавету Петровну.

Не менее изобретательно составлен Ломоносовым проект картуша к своей неизданной работе «Система всей физики»: «В картуше под титулом представить натуру, стоящую головою выше облаков, звездами и планетами украшенную, покрытую облачною фатою, в иных местах открытую около ног. Купидины: иной смотрит в микроскоп, иной с циркулом и цифирною доскою, иной на голову из трубы смотрит, иной в иготь принимает падающие из рога вещи и текущее из сосцов ее молоко. Все обще сносят на одну таблицу и пишут ее. Надпись: *Congruunt universa*» (Ломоносов, Полн. собр. соч., Т. 3, 1952).

Несомненно, также по проекту Ломоносова была сделана и гравюра к отдельному изданию его поэмы «Петр Великий» (1760), на которой «изображен крылатый „гениус“ с факелом в руке, стоящий за спиной императора.

СОБРАНИЕ  
РАЗНЫХЪ СОЧИНЕНИЙ

въ спсѣхъ и въ прозѣ

МИХАИЛА ЛОМОНОСОВА.

КНИГА ПЕРВАЯ.

Печатано при Императорской Академіи наукъ  
1751 года.

Титульный лист первого собрания сочинений М. В. Ломоносова с виньеткой в стиле барокко (1751). Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)

У ног Петра копаются озабоченные и восторженные купидоны, один с циркулем, другой у глобуса, третий с лирой и т. д.» (Морозов, 1970, с. 105).

Известный советский писатель и ученый А. А. Морозов, отметив художественное единство всех этих «идей» и «проектов» Ломоносова, выявил глубокие культурно-исторические корни эстетических взглядов русского ученого. Гравюры, оттиснутые с медных досок на его произведениях в середине XVIII в., оказались удивительным образом сродни памятникам античности, фрескам Помпеи и итальянскому искусству XV—XVI вв.: живописи Тинторетто, Агостино Караччи, Франческо Гварди, Карло Мариотти, Пьера Жака Газа, Шарля Антуана Куапеля.

Морозов выявил более десятка изданий XVII—XVIII вв., в которых средствами оформительского

искусства – с помощью гравюр, виньеток и других украшений разрабатывались те же сюжеты, к которым обращался и Ломоносов. Среди них он особо отметил издания с гравюрами известного голландского рисовальщика и гравера Б. Пикара, например, третий том сочинений Б. де Фонтенеля (Гаага, 1729), а также «Елементы химии» Г. Буграве (1732), «Гидродинамику» Д. Бернулли (1738), «Кометографию» и «Селенографию» Я. Гевелия, «Оптику» Ф. Агвилониуса и т. д. Все эти работы были хорошо известны Ломоносову – они имелись в его личной библиотеке или Библиотеке Академии наук (Морозов, 1970).

Помимо работ над гравюрами Ломоносов много времени уделял составлению проектов придворных иллюминаций, которые также гравировались и выпускались в свет Академией наук. Известны три издания описаний «иллюминаций» и «фейэрверков», полностью оформленных великим русским ученым (Сводный каталог русской книги... 1964, № 3762–3764).

При составлении иллюминаций Ломоносов «проявил необычайную изобретательность, привлекая для своих аллегорий каждый раз новые образы» (Павлова, 1960). Удалось выявить и источники, которые ученый использовал в своей работе: «Трактат о фейэрверках» А.-Ф. Фрезье и «Обновленную иконографию» Ч. Рипа (Frezier, 1747; Ripa, 1669–1670).

## «Очень хороша с виньетами»

Не менее внимательно, чем к созданию аллегорических гравюр, Ломоносов относился к выбору более простых типографских украшений: виньеток, заставок, наборных орнаментов. Для него полиграфическое качество книг было неотделимо от качества всех книжных украшений. В одном из списков книг библиотеки ученого рядом с описанием лозаннского издания «Опыта о человеке» (1762) А. Попа есть собственноручная запись Ломоносова: «Очень хоро-

**Виньетка (фр. vignette) – украшение в книге или рукописи: небольшой рисунок или орнамент в начале или в конце текста. Виньетка представляет собой небольшую орнаментальную или сюжетную композицию, которая предваряет текст наподобие заставки или завершает его, выполняя функцию концовки. Кроме того, виньетки могут быть использованы и в самом тексте в качестве украшения угловых частей страницы**

КРАТКОЙ  
РОССИЙСКОЙ  
ЛѢТОПИСЕЦЪ  
СЪ  
РОДОСЛОВІЕМЪ.Сочиненіе  
МИХАИЛА ЛОМОНОСОВА.

ВЪ САНКТПЕТЕРБУРГѢ

при Императорской Академіи Наукъ  
1760 года.

Виньетка на титульном листе книги «Краткий российский летописец с родословием. Сочинение Михаила Ломоносова» (1760). Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург. Это одно из первых опубликованных сочинений М. В. Ломоносова по русской истории, в котором дается периодизация от Великого Княжения Киевского и Новгородского, через Великое княжение Московское Всероссийское царство к Всероссийской империи. Часть произведения составлена А. И. Богдановым. В 1760-е гг. книга публиковалась на немецком и английском языках

ша, с английским подлинником и виньетами» (Коровин, 1961).

Большой интерес представляет первое собрание сочинений ученого и поэта, выпущенное в свет в 1751 г. (Ломоносов, Собрание разных сочинений в стихах и прозе, кн. 1, 1751). На титульном листе первого тома «Собрания» оттиснута красивая виньетка в стиле барокко, растительный округлый орнамент которой

## 210 НАСТАВЛЕНІЕ ШЕСТОЕ

перста была тысяча сажень, или въ винишель-  
номъ сѣ предлогомъ НА, на тысячу сажень.§ 527. Цѣну дашельный сѣ предлогомъ  
ло изображаетъ: пѣ старину былъ околѣ ржи  
ло четыре алтына.

Конецъ шестому наставленію.

и  
РОССИЙСКОЙ ГРАММАТИКѢ.

Страница с концевой виньеткой из книги М. В. Ломоносова «Российская грамматика» (1751). Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)

гармонично сочетается с прямыми линиями средней части композиции.

Судьба этого книжного знака удивительна. Впервые подобная виньетка стала употребляться на книгах гаагских издателей в начале 1740-х гг. В 1748 г., в связи со сложным дипломатическим и военным положением на севере Европы, русская Коллегия иностранных дел решила издать серию памфлетов, призванных поднять престиж русской политики.

Памфлеты, заказанные русским послом И. А. фон Корфом, были выпущены в свет в Голландии издателем Пьером Госсом младшим (См. об этом: Копанев, 1986). Для их украшения он использовал уже имевшиеся в его распоряжении наборные орнаменты и виньетки, в том числе и вышеупомянутую.

Когда весь тираж памфлетов разошелся, понадобилось допечатать еще несколько сотен экземпляров, что и было поручено типографии Академии наук в Петербурге. Для допечатки –

Виньетка в виде гравюры на титульном листе второго прижизненного издания «Собрания разных сочинений в стихах и прозе господина коллежского советника и профессора Михаила Ломоносова» (1757).  
Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)



иначе говоря, подделки – обоих памфлетов было скопировано не только шрифтовое оформление голландского оригинала, но и все книжные украшения, для чего в Петербурге были изготовлены деревянные доски, повторявшие рисунок оригинала. С этих досок в последующем можно было делать неограниченное число печатных оттисков таких же орнаментов и виньеток.

Все они и были использованы Ломоносовым для украшения своего первого собрания сочинений, причем виньетка П. Госсса была выбрана для оформления титульного листа. Отметим, что Ломоносов фактически ввел это украшение в репертуар русских книжных орнаментов, и виньетка украшала академические издания с 1751 по 1789 г. В «Альбоме книжной орнаментики XVIII века» Кацпржак она приведена под № 68.

Долго была в употреблении и другая виньетка, также введенная в русское книжное оформление Ломоносовым. Речь идет об украшении под № 131 в упоминавшемся «Альбоме...». Впервые на русских изданиях оно появилось в 1759 г. в конце «Рассуждения о большей точности морского пути... читанного... господином коллежским советником и профессором Михаилом Ломоносовым» (1759). На следующий год она была оттиснута на титульном листе другой работы ученого – «Краткой российской летописец». В дальнейшем эта виньетка продолжала украшать русские академические издания до 1793 г.

Можно назвать еще ряд виньеток, украшавших книги великого ученого, а затем взятых на вооружение русских типографами. Так, виньетка, значащаяся в «Альбоме...» под № 96, впервые была оттиснута на переводе Ломоносова «День во веки преславный коронования... имп. Елизаветы Петровны...» (1758), а впоследствии ставилась на изданиях Московского университета с 1758 по 1798 г. Еще пример – виньетка под № 138, символизирующая военные победы Петра I, которая ставилась на академических изданиях с 1760 по 1779 г. В 1764 г. ее копия появилась на книгах, печатавшихся в типографии Военной коллегии в Петербурге и в Москве, а с 1792 г. – на изданиях Сухопутного кадетского корпуса.

Таким образом, книжные украшения, впервые использованные Ломоносовым для своих изданий, стали одними из самых распространенных книжных орнаментов XVIII в.

### «В золотом газете»

Стремление к разнообразию, желание избежать повторений при украшении каждого поэтического или прозаического произведения, каждой главы своей книги было основным принципом работы Ломоносова как книжного оформителя. Причем в случаях, когда набор оформительских шрифтов или виньеток был



исчерпан, Ломоносов упрощал отдельные рисунки для избежания повторений. В этом проявились общехудожественные взгляды русского ученого и поэта: «творчество Ломоносова продолжало и развивало традиции петровского барокко <...> Он поражал воображение не необычностью образов, а поэтической энергией их употребления» (Морозов, 1972, с. 26).

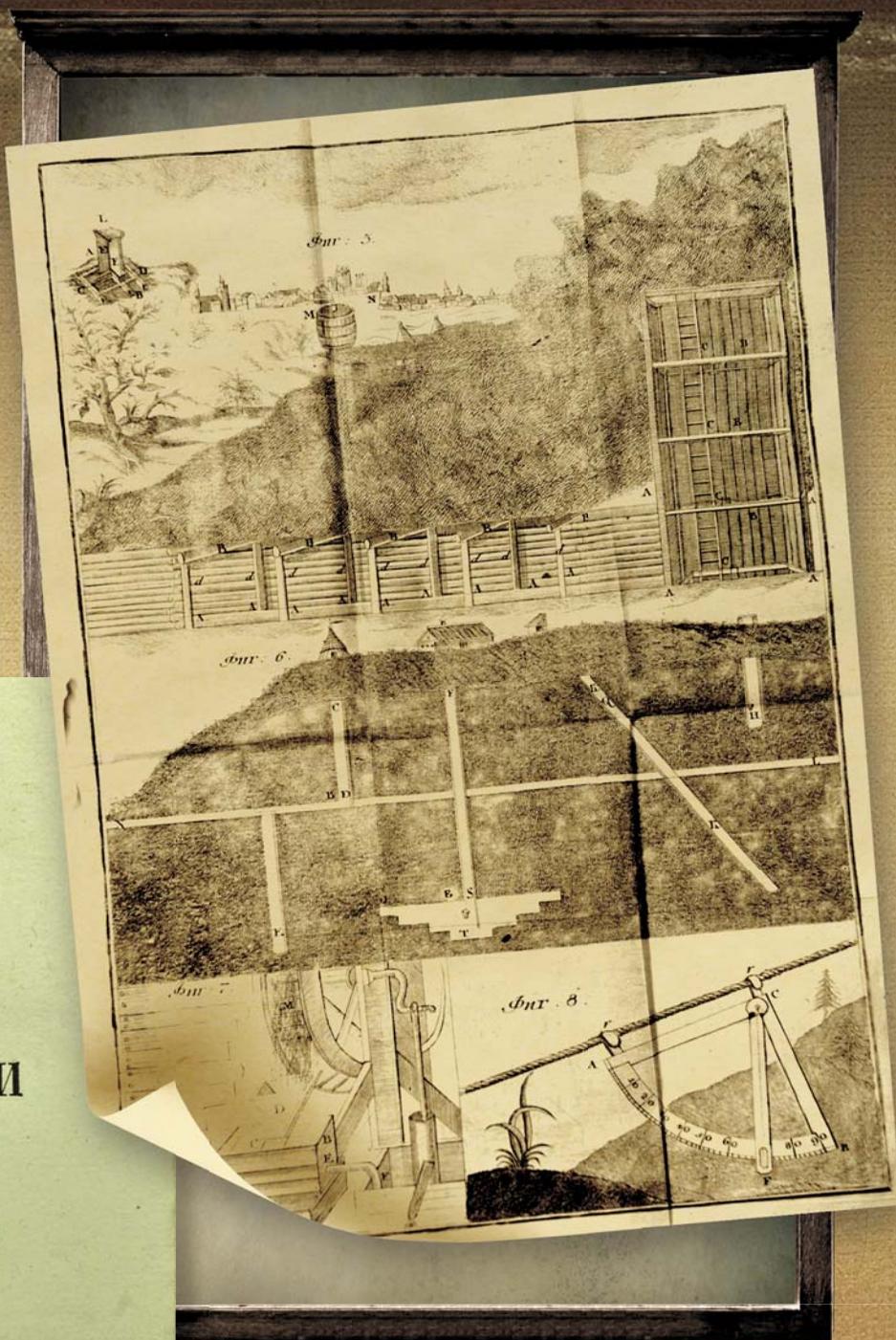
Особого внимания заслуживает работа Ломоносова над оформлением второго издания своих «Сочинений», выпущенного в свет в типографии Московского университета в 1757–1759 гг. Портрет автора для этого издания был выполнен по заказу И. И. Шувалова французским художником-гравером Э. Фессаром. Однако некоторые детали гравюры не понравились самому ученому, и по его желанию и эскизу академический гравер Х. А. Вортман переделал портрет, изменив позу сидящего Ломоносова и задний план композиции, где вместо псевдоромантического морского пейзажа появилась часть Усть-Рудицкой мозаичной фабрики – любимого детища ученого.

Портрет М. В. Ломоносова, опубликованный в его «Собрании разных сочинений в стихах и в прозе» (1757). Гравюра Х. А. Вортмана, Э. Фессара. По оригиналу Г. Г. И. фон Преннера. Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)

ПЕРВЫХ  
ОСНОВАНІЙ  
МЕТАЛЛУРГІИ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

о мшалаахъ,  
и съ ними въ земли находящихся  
другихъ минералахъ.



Титульный лист книги М. В. Ломоносова «Первыя основания металлургии, или рудных дел» (1763) и иллюстрация к ней. Российская национальная библиотека (Санкт-Петербург)

Отметим, что это был один из первых случаев в русской книгоиздательской практике, когда к сочинениям автора был приложен его портрет (Глинка, 1961).

Не менее требовательно отнесся Ломоносов и к другим элементам этого издания. Так, например, из-за отсутствия в типографии Московского университета фигурного стана виньетки и гравюры печатались в Московской синодальной типографии. Результат не удовлетворил ни Ломоносова, ни Шувалова, принимавшего деятельное участие в работах. Поэтому в 1758 г. все книжные орнаменты были переделаны в Петербурге академическим гравером Г. А. Качаловым, которому было поручено выгравировать дощечки «в малую осьмуху в книгу напечатанных од сочинения Ломоносова». Портрет Ломоносова, а также часть листов с заново сделанными виньетками и гравюрами к «Слову о явлениях воздушных» были отпечатаны в типографии Академии наук в августе 1758 г. тиражом 1200 экз., а потом включены в уже готовый тираж московского издания (Ломоносов, Полн. собр. соч. Т. 10, 1957; Сводный каталог русской книги... 1964).

Наконец, следует отметить, что Ломоносов уделял много внимания последней стадии оформления своих изданий – изготовлению переплетов. Сведения об этой стороне его деятельности содержатся в составленном в 1765 г. академическим переплетчиком Ф. Розенбергом списке всех работ, выполненных по заказам Ломоносова начиная с 1750 г.

При ознакомлении с этим документом прежде всего заслуживает внимания разнообразие переплетов, заказывавшихся Ломоносовым. Здесь и роскошные, дорогие переплеты «в красной тафте», «в золотом глазете, по обрезу с золотом», «в мраморном переплете по красному обрезу», «во французском переплете». Такие книги предназначались для подарков влиятельным вельможам и самой императрице.

Литература

Глинка М. Е. М. В. Ломоносов: (Опыт иконологии). М.: Л., 1961.  
Гравировальная палата Академии наук XVIII в.: Сб. документов. Л., 1985.  
Кацпржак Е. И. Альбом книжной орнаментики XVIII в. М., 1956.  
Копанев Н. А. О первых изданиях сатир А. Кантемира // XVIII век: Сб. статей и материалов. Л., 1986. Вып. 15. С. 140–164.  
Коровин Г. М. Библиотека Ломоносова: Материалы... М.: Л., 1961.  
Морозов А. А. Купидоны Ломоносова: К проблеме барокко и рококо в России XVIII века // Československá Rusistika. Praha. 1970. XV. 3.

Для Ломоносова делались и более простые, дешевые переплеты «в золотой бумаге», «в турецкой бумаге», «в золотой бумаге по обрезу с золотом». Большая же часть тиража просто сшивалась. Например, в сентябре 1750 г. Ф. Розенберг по заказу Ломоносова переплетал «Оду е. и. в. ...великой государыне имп. Елизавете Петровне...» (1750, тираж 200 экз.). Он сделал один переплет «в золотом глазете, по обрезу с золотом, оклеенный в золотую бумагу», стоимостью 40 коп. за экз. (он предназначался, видимо, императрице Елизавете Петровне); два переплета «в красной тафте» по 40 коп. за переплет; 20 – «в золотой бумаге по обрезу с золотом» по 14 коп. за переплет. Остальные 177 экз. «Оды» были просто сшиты (по 2 коп. за экз.) (Коровин, 1961). За переплет и работы по всему тиражу Ломоносов уплатил значительную по тем временам сумму – 7 руб. 54 коп.

Деятельность М. В. Ломоносова в области книжного оформления явилась важным этапом в истории русского оформительского искусства, предопределив основные пути его развития на многие десятилетия. Основательно изучив опыт западноевропейского книжного искусства XVII–XVIII вв., Ломоносов творчески переработал его, создав оригинальные, удивительные по красоте композиции гравюр и виньеток, а также умело используя шрифты, наборные орнаменты и другие книжные украшения.

Деятельность Ломоносова как книжного оформителя органически вписывалась в мир его художественных воззрений и исканий, по-своему развивала его эстетические представления. Поэтому неудивительно, что начало работ великого русского ученого по художественному оформлению своих книг совпало с его первыми мозаичными работами и с периодом бурного развития его поэтического дарования.

Морозов А. А. Падение «Готфска фаэтопта»: Ломоносов и эмблематика петровского времени // Československá Rusistika. Praha, 1972. XVII. 1.  
Павлова Г. Е. Проекты иллюминаций Ломоносова // Ломоносов: Сб. статей и материалов. М.; Л., 1960. Вып. 4. С. 219–237.  
Сводный каталог русской книги гражданской печати XVIII века. Т. 2. М., 1964.  
Сидоров А. А. История оформления русской книги. М., 1964.  
Frezier A.-F. Traité des feux d'artifice pour le spectacle. Paris, 1747.  
Ripa C. Erneuerte Iconologia. Franckfurt, 1669–1670.

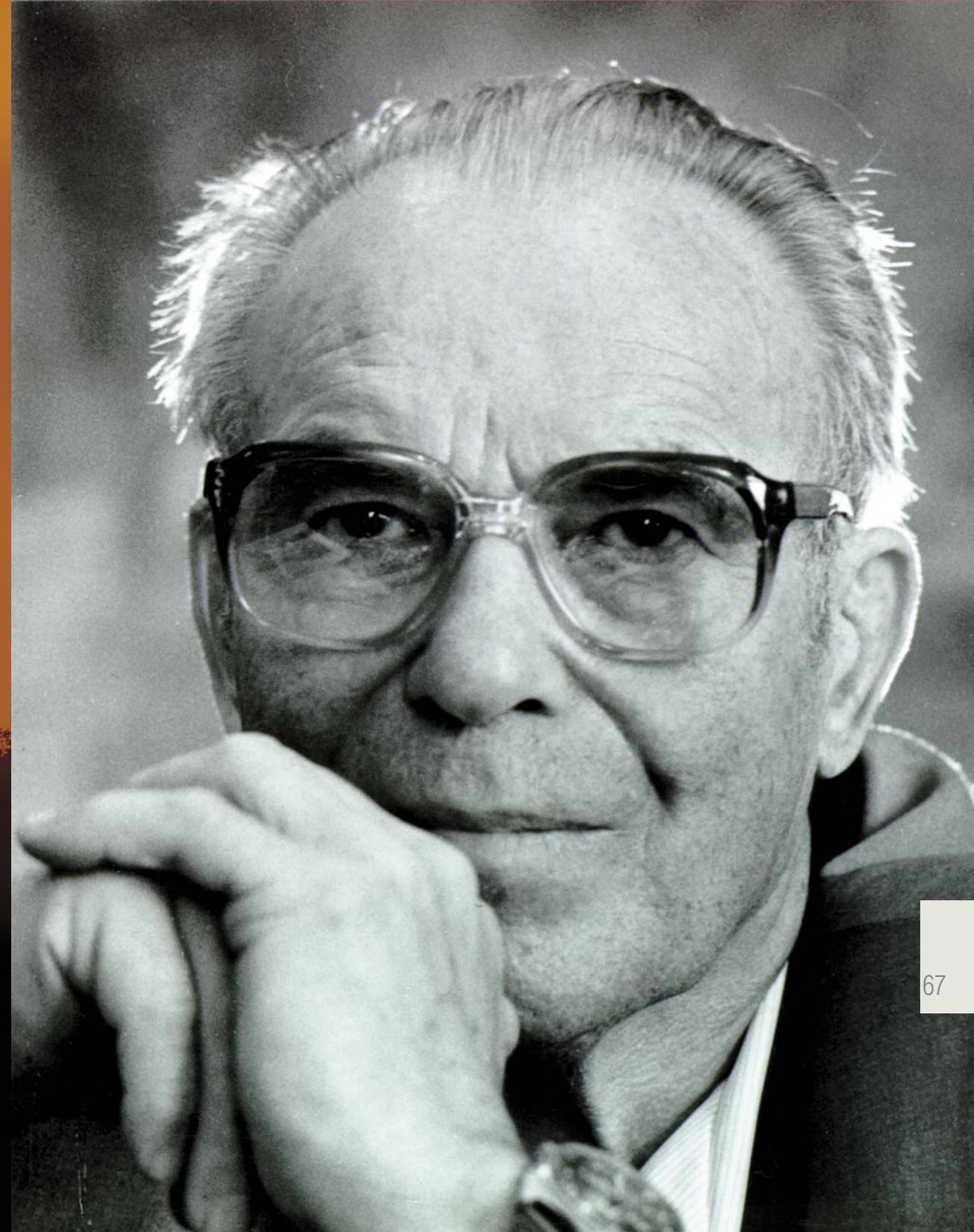
## К 100-летию со дня рождения

В этом номере мы публикуем отрывки из книги, посвященной выдающемуся открытию нефтяных месторождений в Поволжье в годы Великой Отечественной войны. Главным героем книги Л. Могилевского стал молодой главный геолог объединения «Башнефть» Андрей Трофимук – будущий академик, один из основателей Сибирского отделения Академии наук. Драматическая история освоения «Второго Баку» описана, что называется, «по горячим следам», – в 1947 г. Особый накал повествованию придает тот факт, что события происходили в самый разгар боев на Курской дуге, когда фронт остро нуждался в горючем для танков и самолетов. И вот, первая же нефть, которая прямо с колес отправлялась на нефтеперерабатывающие заводы, помогла осуществить коренной перелом в Отечественной войне. За это открытие 33-летний Трофимук был удостоен звания Героя Социалистического Труда.

# ОПТИМИСТ В ПОИСКАХ НЕФТИ

*Ключевые слова:* А. А. Трофимук, геология, нефтедобыча, Ишимбай, «Второе Баку», девонская нефть.  
*Key words:* A. A. Trofimuk, geology, oil production, Ishimbay, the “Second Baku”, Devonian oil

Академик А. А. Трофимук. Фото В. Новикова



Всю свою жизнь Андрей Алексеевич посвятил большой нефти России. Он принял непосредственное участие в открытии и освоении еще двух крупнейших нефтегазовых бассейнов страны: Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского. Но если про освоение западно-сибирской нефти хорошо известно, поскольку половина дохода страны формируется за счет ее добычи и продажи, то про Восточно-Сибирский бассейн знают немногие. Хотя именно здесь проявилось все величие Трофимука как крупнейшего ученого, знатока нефтяной геологии.

Открытие древней докембрийской нефти в Восточной Сибири Трофимук предсказал еще в 1960 г. – задолго до того, как там были развернуты масштабные поисковые работы. На тот момент существовали лишь общие предположения о том, что в докембрийских отложениях может быть нефть. И только Трофимук, исходя из своего опыта, знания закономерностей образования нефти, и еще – благодаря особой интуиции геолога-нефтяника, смог дать точный прогноз: эту нефть надо искать в Восточной Сибири, в осадочной толще, сформировавшейся на кровле Сибирской платформы. И даже назвал структуры, наиболее перспективные для поиска.

В настоящее время с Восточно-Сибирским бассейном связаны перспективы развития всего нефтедобывающего сектора экономики России. Особую ценность этому объекту придает то, что месторождения здесь большей частью комплексные – гелий-газово-нефтяные.

По оценкам экономистов, стоимость гелия и других полезных компонентов, заключенных в так называемых «жирных» газах, выше, чем стоимость самой нефти! Значение таких месторождений в последние 15–20 лет значительно выросло, поскольку основной источник гелия, расположенный в США, подходит к концу. Потребность же в нем постоянно растет. Этот ценный компонент природных газов во многом будет определять промышленность будущего, поскольку он необходим и для хладонотенителей, и для атомных реакторов нового поколения. Единственный источник, который может удовлетворить мировые потребности, это – Восточная Сибирь. Академик Трофимук предлагал еще до освоения месторождений развернуть в регионе сеть предприятий по высокоэффективной и глубокой переработке углеводородного сырья, в том числе гелиевый завод, в противном случае ценные компоненты просто выбрасываются в воздух или сжигаются. Однако для этого нужны значительные инвестиции. В этом смысле есть плюсы в том, что месторождения Восточной Сибири разрабатываются не столь быстрыми темпами, какими хотелось бы. Например, Юрубчено-Тохомское, самое крупное, по оценке Андрея Алексеевича, месторождение

Восточной Сибири – гигант, сопоставимый с Самотлором, – могло бы уже в 1998–1999 гг. давать большую отдачу, а оно до сих пор на стадии разведки, добыты только первые тысячи тонн нефти и газа. Варварская разработка такого месторождения нанесла бы стране непоправимый ущерб.

Еще одно важное открытие, связанное с именем Трофимука, – это газогидраты. Их запасы оцениваются по-разному, но даже по минимальным оценкам они больше, чем запасы всей нефти и газа на континенте. По мнению ученика А. А. Трофимука академика А. Э. Конторовича, к середине XXI века в мире будет достигнут максимум добычи нефти и газа, после чего начнется спад. Это вызовет необходимость, во-первых, более эффективного использования традиционных источников энергии, а во-вторых, массового освоения новых источников, из которых важнейшими станут газогидраты. Первые газогидраты были известны как мешающие продукты, закупоривающие на севере устья скважин. Но Трофимук, вместе со своими соавторами, сразу же понял значимость этих находок, увидев в газогидратах новый источник энергии. В этом проявилась удивительная способность Андрея Алексеевича разбираться в смежных областях знания, подхватывать все новое. Он всегда поддерживал исследования, которые могли дать новые факты, пусть и усложняющие принятые гипотезы.

Не раз он говорил о том, что фантазировать, строить предположения – это такая же задача ученого, как и критически относиться ко всяким идеям и высказываниям. Его напутствие молодым: «Держайте, доказывайте любые, даже самые фантастические, гипотезы! Только там, где есть противоречие, есть основа для дальнейшего движения вперед».

Вся жизнь Трофимука говорит о том, что он был человеком государственным, видевшим далеко вперед, а не только то, что «перед самым носом». Еще один яркий пример – борьба Андрея Алексеевича за чистоту Байкала. Он тратил значительные силы, борясь за сохранение уникального озера не только потому, что понимал его значимость для всего человечества как крупнейшего хранилища чистой пресной воды. Он будто предвидел, что в Байкале будут обнаружены и газогидраты, и нефтеобразования, а древнее озеро станет настоящей природной лабораторией по их изучению. В этом плане академик Трофимук был не только государственным мужем, но и человеком мира. Интересы человечества он воспринимал как свои личные. Горячо защищая интересы Байкала, был категоричен в высказываниях, любую потерю воспринимал как свой личный проигрыш. Во многом благодаря этим качествам и было открыто «Второе Баку». Хотя в книге, отрывки из которой мы публикуем, об этом не сказано, но в то время вопрос стоял

достаточно жестко: либо открытие и звезда героя, либо суровые репрессии.

В чем истоки личности Трофимука? Родом из маленькой деревни, выросший отнюдь не в тепличных условиях, он в значительной мере сделал себя сам. Но, конечно, и обстановка в образовании и науке в предвоенные годы благоприятствовала его становлению как личности. Вся страна села за парты, школа и вузы были на подъеме. И хотя в науке мы тогда не были самыми сильными, не могли еще тягаться с мировыми светилами – образование еще не стало массовым, но к началу войны талантливых и образованных людей у нас в стране появилось огромное количество, прежде всего в военной сфере. Самолеты, танки, катюши, а потом и атомный проект, ракетный проект, нефтяной проект! Несомненно, когда Андрей Алексеевич начинал свою трудовую деятельность, авторитет науки у государства был высок. Государство хорошо понимало, что обороноспособность СССР во враждебном окружении, – а оно действительно было таким – могли обеспечить только ученые. Тогда и был найден баланс интересов науки и государства. Сейчас, к сожалению, этот баланс нарушен. И не потому, что ученые и государство плохи, хотя конкретные личности сыграли свою роль в разрушении этого баланса, а по вполне объективным причинам. Одна из них – очень высокие цены на нефть. На сегодняшний день альтернативного источника энергии нет: газогидраты еще не освоены, атомная энергетика развивается, но медленно, и имеет высокие риски. Учитывая высокие цены на нефть, сейчас ее выгоднее добывать любой ценой (в том числе и с потерями) и продавать, не вкладывая деньги в науку и технологии, поскольку лет через десять цены упадут и средства на техническое совершенствование могут не окупиться. Это тот объективный пресс, который мешает развитию научных исследований, не сулящих быстрой отдачи. А поскольку буржуазное государство, как говорил В. И. Ленин, – это комитет по управлению делами крупной буржуазии, т. е. олигархов, то на сегодняшний день интересы этого государства не способствуют развитию науки, в том числе корпоративной. И все-таки этот баланс должен быть найден.

Академик Трофимук умел заглядывать в будущее. Обладая высокой профессиональной интуицией, он верил в большую нефть задолго до того, как в небо вздымались первые нефтяные фонтаны. Так было в Поволжье, так было в Западной Сибири, так будет и в Восточной Сибири. Далеко не все разделяли и разделяют сегодня его оптимистические убеждения о высоком потенциале этой территории. И в этом есть определенная доля истины. Но кто не рискует, тот и не находит. «Пессимисту в поисках нефти делать нечего!» – считал выдающийся нефтяник, академик А. А. Трофимук.

Академик Н. Л. Добрецов





Студенты геолого-почвенного факультета Казанского университета. *Крайний справа – Андрей Трофимук. Справа – первая научная работа А. Трофимука. Мемориальная комната А.А. Трофимука в ИНГГ СО РАН*

**Ш**ла тяжелая осень 1942 г. Фронт все дальше и дальше продвигался на юг. Немцы уже захватили майкопские нефтяные промыслы, приближались к Грозному. А нефть была необходима стране, без нефти нельзя было воевать. И каждый инженер, каждый геолог, казалось, слышал в словах сводки напоминание лично себе: «Слышишь? Немцы взяли Вознесенку. Помнишь, сколько давал тамошний промысел? Ты – в глубоком тылу, в безопасности. Помоги же своей стране, помоги тем, кто защищает тебя. Добудь больше нефти!»

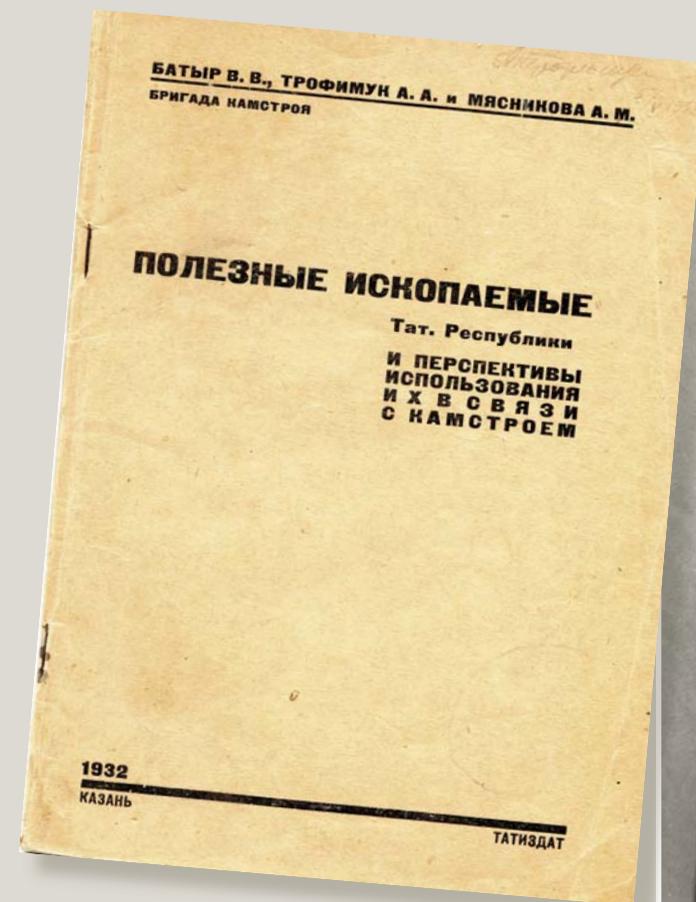
### Условие успеха

В кабинете главного геолога разговаривали трое. Здесь был сам главный геолог, недавно назначенный на эту должность, Андрей Алексеевич Трофимук, и двое приезжих – участников научной экспедиции. Трофимук только что вернулся в Уфу из нефтяного района – Ишимбая. Видно было по его одежде, что не раз в дороге приходилось ему вылезать из кабины и, утопая в грязи, подталкивать застрявшую машину. На столе лежали карты, чертежи разрезов скважин, керны – образцы пород, извлеченные из скважин при бурении.

Разговор был крупным. Спорили о направлении разведок: где закладывать новые разведочные буровые. Разведочная буровая – это несколько сотен тысяч рублей, иногда миллион; это сотни тонн металла, многомесячный труд высококвалифицированных рабочих и инженеров. Неудивительно поэтому, что когда возникает разногласие по такому вопросу, то люди начинают волноваться.

И сейчас все трое волновались. Приезжий геолог, сидевший в глубоком кресле, говоря, то и дело приподнимался, стараясь дотянуться карандашом, который он держал в руке, до лежавшей на столе карты. Он постукивал по карте, как бы доказывая свою правоту, и, закончив фразу, снова усаживался поглубже.

– Вы истыкали всю ишимбаевскую землю, Андрей Алексеевич, – курице негде клюнуть. – И, приподнявшись, он опять постукивал карандашом по карте. – А нефти нет. Бросьте вы, наконец, мудрить. Ведь сколько денег загублено зря!



Трофимук – небольшого роста, коренастый человек лет тридцати, в рабочей куртке – стоял за столом и, нагнув голову, словно задумавшись о чем-то постороннем, молча слушал. Лишь при последнем слове он поднял голову и проговорил:

– Я не считаю, что прошлые скважины пробурены зря. Они не дали нефти, но показали, где ее искать.

– И эта скважина номер три (приезжий снова приподнялся, постучал по карте; остро очиненный кончик карандаша сломался, и обезоруженный геолог с досадой швырнул карандаш на стол), эта скважина номер три, – повторил он, – которую вы заложили вопреки нашим предупреждениям, – венец всей работы? Так сказать, конечный смысл всей мудрости земной?

– Нет, я не думаю этого. – Трофимук говорил медленно, тихо, как бы проверяя самого себя. – Мне ясно одно: Ишимбай остановился в своем развитии. Надо влить свежую нефть в его жилы, дать ему новую перспективу. Те скважины, которые вы считаете пробуренными зря, стерли множество белых пятен с карты района. В этом их заслуга. А что касается Байковского третьего номера, то здесь ирония неуместна. Нефтяное месторождение на востоке района есть. Если третий номер сам нефти и не откроет, то по всей вероятности укажет прямую дорогу к ней. Риск? Да, риск. Но если бы точно знали,



В мае 1934 г. А.А. Трофимук был зачислен старшим геологом Центральной научно-исследовательской лаборатории треста «Востокнефть» – главного штаба нефтепоисковых работ от Урала до Сахалина. Свою работу в этой должности он совмещал с обучением в заочной аспирантуре Казанского университета. Результатом исследований стала кандидатская диссертация на тему «Нефтеносные известняки Ишимбаева», которую он успешно защитил в 1938 г. *На фото – А.А. Трофимук, главный геолог объединения «Башнефть». Уфа, 1944*

в каком месте есть нефть, то разведка была бы не нужна. Я верю в это месторождение.

Он уже говорил быстро и громко. Стало видно, что человек этот, производивший сначала впечатление тихого, даже застенчивого, будучи захвачен какой-нибудь идеей, преобразуется, становится страстным и непреклонным в своей убежденности.

Второй приезжий стоял во время разговора у окна и глядел на улицу. За окном было хмурое утро глубокой северной осени. Ветер громыхал железными крышами, гнал по низкому серому небу тяжелые, темные тучи. Внизу, на улицах, не только тротуары, но и мостовые кишели народом. Уфа была перенаселена, набита эвакуированными.



Сотрудники Центральной научно-исследовательской лаборатории треста «Востокнефть». Уфа, 1935

Стоявший у окна подошел к столу.

– Вот керны из пластов, на которые вы возлагаете надежды, – сказал он, взяв со стола два коротких цилиндрических бруска. – Объясните мне, пожалуйста, как в таких породах может скопиться нефть? Ведь это – плотные известняки и глинистые мергеля, почти без пор. Где вы слышали о нефтяной залежи в глине? Да если здесь и будет нефть, то вы из этих мельчайших пор ее все равно не извлечете. Поверхностное натяжение, надеюсь, вы все-таки не станете отрицать. Нет, Андрей Алексеевич, – со вздохом заключил он, кладя керны на стол, – вы, как видно, забыли три ортоновских условия образования нефтяных залежей.

– Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей. – Теперь Трофимук снова говорил тихо и спокойно. – Да, обычно в глинистых породах и в плотных известняках нефти нет. Но из закона нельзя

делать фетиш. В данном случае возможно отклонение от закономерности. А Ортона я не забыл. Но, чтобы добиться успеха в любой области науки и техники, нужно еще одно условие. Это условие...

Стоявший на столе телефон разразился долгим пронзительным звонком.

### «Второе Баку»

В детстве судьба не баловала Андрея и не оставляла ему много времени для мечтаний. Зато она рано научила его самостоятельности и жизненной цепкости. Ему было четыре года, когда во время первой мировой войны семья бежала из Западной Белоруссии от немецкого нашествия в далекий сибирский город Нижнеудинск. Ему было семь лет, когда мать, служившая

кухаркой, умерла от тифа в больнице, оставив отца с двумя детьми на руках.

В Сибири бушевала гражданская война. Было голодно и холодно. Начались скитания с отцом чернорабочим, кочевавшим из Нижнеудинска в Омск, из Омска в Славгород.

Вскоре Андрею пришлось оставить отцовский дом и перейти жить в чужую семью.

Он жил на квартире у сапожника, перебивался случайными заработками. В дореволюционное время эта одиссея «кухаркиного сына» кончилась бы тем, чем она обычно кончалась для «кухаркиных детей». Андрюшка стал бы в лучшем случае сапожным подмастерьем, и до конца жизни прибывал бы набойки к сапогам славгородских жителей. Но времена были уже другие. Попал Андрей в интернат при школе, кончил семилетку, уехал в Казань. Там проучился еще два года и поступил в университет, на геологический факультет...

Сама жизнь, казалось бы, указывала Трофимуку дорогу: его оставляли при университете аспирантом по кафедре минералогии. Он будет ученым. Об этой перспективе мечтали десятки его сокурсников. К тому же он неплохо материально устроен, работает в геологическом бюро, в крупном культурном центре – Казани. Чего же еще желать?

Но Трофимуку скучно сидеть в геологическом бюро и изучать режим грунтовых вод. Это нужное, полезное дело, но ему казалось, что оно стоит как-то в стороне от больших задач, от столбовой дороги, по которой мчится страна. Кончилась первая пятилетка, начинается вторая, все кругом в строительных лесах; как грибы растут новые гигантские заводы, фабрики, шахты; в недавних медвежьих углах бурлит новая, стремительная, шумная жизнь...

В 1929 г. в Чусовских городках была открыта первая на Урале промышленная нефть; в 1932 г. ударил фонтан в Башкирии, в Ишимбае. С трибуны XVII съезда ВКП(б) Сталин поставил задачу: «Взяться серьезно за организацию нефтяной базы в районах западных и южных склонов Уральского хребта». «Второе Баку» растет, ширится не по дням, а по часам...

Решил Трофимук оставить большой город, спокойную службу и вскоре очутился в Башкирии, в научно-исследовательской лаборатории по нефти, геологом по Ишимбаевскому району.

### Рифы пермского моря

Ишимбаевская нефть вела себя капризно: она не давалась в руки, словно играла с людьми в прятки: появлялась в самых неожиданных местах и внезапно исчезала как раз там, где ее следовало ожидать. Было ясно, что это месторождения какого-то особого, необычного типа.

Одни считали, что пласт местами размыт, – отсюда внезапные его появления и исчезновения; другие говорили, что налицо пласт с крутым глубоким падением; третьи выдвигали гипотезу о рифах. Догадки о рифовой природе этих массивов высказывались давно, но не были достаточно разработаны.

Столкнувшись с ишимбаевской проблемой, Трофимук с первых же шагов проявляет еще одно качество своего характера – деловитость. Он решает покончить с бесплодными спорами и представить доказательства, которые внесли бы полную ясность... И со всей страстью исследователя, со всей энергией практического работника Трофимук начинает собирать материал.

Требовалось чудовищное терпение и настойчивость, чтобы справиться с этим делом. Достаточно сказать, что надо было просмотреть десять тысяч шлифов – пластинок толщиной в одну сотую миллиметра, вырезанных из образцов пород, которые проходились при бурении скважин. Он исследовал с лупой в руках всю гору Юрак-Тау – одну из стерлитамакских гор-одиночек. И, наконец, добился своего. Материал, бесспорно доказывающий рифовое происхождение ишимбаевских месторождений, был собран.

Последующие разведки, которые Трофимук проводил совместно с геологом Сыровым, еще раз подтвердили правильность гипотезы о рифах. Вначале в районе были найдены три известняковых массива, содержащих нефть. Затем оказалось, что они суживаются, превращаясь как бы в перешейки, а дальше расширяются, снова образуя массивы. Такое почкование как раз и характерно для рифов.

Новые массивы, найденные в Ишимбае, дали в 1938 и 1939 гг. резкий подъем добычи. А в следующем, 1940 г. Трофимук был назначен главным геологом треста Ишимбайнефть.

### Наступление на нефть

И вот теперь это детище нефти умирало... Ишимбаевский район, еще два года тому назад переживший период расцвета, теперь клонится к упадку. Добыча из старых месторождений снижалась. На помощь должны были подойти свежие подкрепления, новые нефтеносные площади. Но новых площадей не было. Разведки не давали результатов.

– Беда Ишимбая, – говорил Трофимук, докладывая главному геологу комбината свой план разведочных работ, – в том, что мы все время танцуем от печки. Мы добываем нефть из одной залежи. Все структуры, найденные в районе, – это цепочка рифовых месторождений одного типа. И сейчас мы продолжаем искать те же рифы. Но одна залежь – ненадежное, шаткое основание, на ней не построишь перспективы развития района.



– Что же вы предлагаете? – спросил главный геолог.

– Бросить топтаться на месте, двинуться на восток, искать месторождения другого типа. Ведь восточный район, вернее восточный борт предуральской депрессии, совсем не разведан и мало изучен.

Трофимук указал на карту, где восточнее города тянулась узкая зеленая полоса изменности, вплотную примыкающая к светлокоричневым пятнам предгорий Урала.

– Надо пойти на риск. Район с его мощным хозяйством, с его кадрами стоит этого. Развернуть разведки широким фронтом, заложить полсотни скважин...

До прихода Трофимука существовала иная практика разведок. По данным, полученным с помощью геофизических методов, избиралась небольшая площадь, на которой закладывали 3–5 скважин. Однако так как эти данные были приблизительны и часто противоречивы, то пробуренные скважины в большинстве случаев давали отрицательные результаты и, охватывая только небольшую площадь, не могли указать дальнейшего направления разведок. Закладывалось много скважин, но эффект от них был незначительным.

Метод Трофимука состоял в том, чтобы малым числом скважин разведать целые перспективные зоны башкирского Приуралья и выявить в них новые нефтяные месторождения.

План, предложенный Трофимук, был планом смелого, дерзкого наступления на нефть. Следы, пусть неясные, все же указывали на то, что восточнее Ишимбая имеются месторождения нефти.

С ним не соглашались. Но Трофимук не сдаётся. Две скважины он закладывает под свою личную ответственность. Их пробуривают до заданной глубины: сухие! Собственно, это не совсем точно, в них, конечно, есть вода, но нефтяники так называют скважины, не дающие

нефти. Сухими оказываются и следующие три скважины, заложенные по его указанию.

И вот начинается цепь неудач. Одна за другой выходят из бурения разведочные скважины, а нефти все нет. Трофимук продолжает настаивать на своем. Он чувствует, как постепенно сгущается атмосфера, как взоры многих устремляются на него – главного виновника неудач...

1942 год. Трофимук назначен главным геологом комбината. Новое назначение он воспринял отнюдь не как триумф. Он хорошо понял, что означает это доверие большевистской партии, и ясно себе представлял, сколько сил и энергии надо вложить, чтобы с честью его оправдать.

Мысль об Ишимбае, о его будущем, о нефти на востоке района по-прежнему не покидает Трофимука. То и дело он приезжает на старые, так хорошо ему знакомые места, ходит по буровым, подолгу просиживает над картами и разрезами скважин с Сыровым, который назначен вместо него главным геологом Ишимбаевского треста.



За выдающийся вклад в разведку и освоение нефтяных ресурсов Приуралья в январе 1944 г. А. А. Трофимук было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Он стал первым из советских геологов, удостоенных столь высокого звания. Вверху – главный геолог «Башнефти» в своем служебном кабинете. Уфа, 1944

Многие годы А. А. Трофимук отстаивал перспективы палеозойских отложений Западно-Сибирской равнины, называя их «золотой подложкой» мезозойской нефти. По его мнению, широкие перспективы выявления таких горизонтов открывались в пределах Томской, Новосибирской и Омской областей. Месторождение, открытое в 1974 г. на северо-западе Новосибирской области, подтвердило правильность научных прогнозов. На фото – испытание скважины на Мало-Ичском месторождении (Новосибирская обл.)



За открытие месторождений девонской нефти в Башкирии А. А. Трофимуку была присуждена Сталинская премия первой степени



Еще до открытия промышленной нефти в Сибири А. А. Трофимук оказывал всемерное содействие в проведении поисково-разведочных работ за Уралом. Когда в 1952 г. по указанию Л. П. Берии поиски нефти в Западной Сибири было предложено прекратить как дорогостоящие и бесперспективные, он подготовил докладную записку на имя министра нефтяной промышленности Н. К. Байбакова, в которой обосновал высокие перспективы нефтегазоносности как Западно-Сибирской низменности, так и Сибирской платформы. В 1955 г. Трофимук стал директором Всесоюзного научно-исследовательского нефтяного института в Москве, но через два года, когда было принято решение о создании Сибирского отделения АН СССР, он с готовностью согласился переехать в Сибирь, чтобы возглавить работу по организации нового геологического института. На вопрос М. А. Лаврентьева о причинах его согласия поменять престижную работу в столице на работу в Сибири, где и нефти-то нет, Андрей Алексеевич сказал: «Вы правы, пока в Сибири не открыто ни одного месторождения нефти, заслуживающего разработки, но из того, что мне известно о результатах начавшихся поисков нефти и газа, могу утверждать, что Сибирь буквально плавает на нефти и меня привлекает работа по выявлению этих погребенных нефтяных морей» (Трофимук, 1997)

А. А. Трофимук во время первой ознакомительной поездки на автобусе в строящийся Академгородок. 1958

В 1960 г. академик Трофимук предсказал, что самая древняя на планете нефть будет найдена в Восточной Сибири. Открытие в 1970—1980-х гг. Юрубчено-Тохомской зоны газонефтенакопления в Красноярском крае подтвердило смелый прогноз ученого: нефть и газ из месторождений этой зоны получены из пород возрастом чуть больше 1 млрд лет. За научное обоснование и открытие докембрийской нефти на Сибирской платформе А. А. Трофимуку с коллегами была присуждена Государственная премия РФ (1994). На фото – А. А. Трофимук на Курумбинском месторождении (Красноярский край). Слева от Андрея Алексеевича его ученик, главный геолог треста «Красноярскнефтегазразведка» В. Д. Накоряков. 1977



## Мы наступили ей на хвост!

Трофимук снял трубку телефона.  
– Сейчас будете говорить с Ишимбаем, – послышалось в трубке. Прошла еще минута, и из комариного писка, жужжания и неясных обрывков каких-то чужих разговоров выделился далекий голос Сырова.  
– Андрей Алексеевич? Третий номер вскрыл артинские породы на глубине семисот метров. И даже капельки нефти есть!..  
Закончив разговор, Трофимук с минуту постоял молча. Известие было чрезвычайно важным. Тот самый пласт, который во второй скважине встречен на глубине тысячи четырехсот метров, у третьей скважины лежит на глубине семисот метров. Значит, он здесь круто поднимается. А ведь поднятие – основной механизм образования месторождения. Ничего, что в этой скважине только капельки нефти. Дальше пласт поднимается еще выше, и там-то, в своде, должна быть нефтяная залежь.

И, наконец, впереди мелькает луч надежды. Как раз восточнее города, у деревни Малое Байково, газовая съемка обнаруживает в почве присутствие нефтяного газа.  
– Надо заложить здесь три скважины и проверить обнаруженную газовую аномалию, – решают Трофимук и Сыров.  
Теперь у них возникают разногласия с приехавшей в Башкирию научной экспедицией. Все-таки Трофимук закладывает три скважины, протянув их с запада на восток.  
Вторая скважина встречает артинские породы, в которых Трофимук надеется найти нефть, на большой глубине – тысяча четыреста метров. Очевидно, в этом месте пласт опускается. Что же покажет третья скважина? И может ли вообще в этих известняках и мергелях находиться нефть?  
Вот о чем в то хмурое осеннее утро шел спор, прерванный телефонным звонком.



Первый фонтан промышленной сибирской нефти забил 21 июня 1960 г. Произошло это в верховьях р. Конда, вблизи с. Шаим (Ханты-Мансийский АО). Уже на следующий день к буровикам прибыл академик А. А. Трофимук, директор Института геологии и геофизики СО АН СССР. В интервью корреспонденту «Правды» он отметил, что «голос кондинского нефтяного фонтана заглушил хор скептиков, и теперь поиск нефти и газа можно развертывать по всей территории Западно-Сибирской низменности» (Миненко, 2004). На фото – А. А. Трофимук передает образец первой промышленной нефти Западной Сибири сотруднику Геологического музея ИГиГ СО АН СССР М. П. Могилевой. 1960

– Это условие, – продолжал он прерванную звонком фразу, – которое необходимо и для того, чтобы найти нефть, – смелость. А теперь могу сообщить вам новость: артинские породы вскрыты в третьем номере на глубине семисот метров. Нефтяная структура есть – в этом сомневаться уже нельзя. Мы попали на ее шлейф, проще говоря, наступили ей на хвост. И теперь ей уже не уйти.



– Структура есть, – сказал приезжий, стоявший у стола, – а нефти в ней нет. Это мертвая, пустая структура. Скопится нефти там негде.  
– Посмотрим, – ответил Трофимук...

## Нефтепад

В Башкирии сентябрь – уже по-настоящему осенний месяц. Весь день накануне не переставая лил холодный дождь. Но прошла ночь, и наступило такое тихое утро, так было оно все пронизано золотым солнечным светом, таким чистым и нарядным казалось все окружающее, что в осень трудно было поверить.

Легковая машина мчалась на предельной скорости по шоссе из Уфы в Ишимбай. Когда переехали мост через

## Из отчета о научной и научно-организационной деятельности академика А. А. Трофимука за 1994 г.

«Завершал работу над книгой «Концепция создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири». В названной книге описывается история обсуждения мною в 1987 г. концепции создания крупных баз нефтедобычи в Восточной Сибири. <...> Дальнейшее развитие концепции нашло отражение в моем изданном в 1992 г. препринте «Кююмбо-Юрубчено-Тайгинское газонефтяное месторождение (КЮТМ) – супергигант Красноярского края (Основы технико-экономического обоснования)». Эта работа представляет собой альтернативный вариант концепции создания газонефтедобывающей промышленности в Восточной Сибири, разработанной группой специалистов в 1991 г., из которой следовало, что выявленные в Восточной Сибири крупные и гигантские газонефтяные месторождения можно рассматривать в качестве объектов рентабельной разработки только в начале XXI в. В названном же препринте доказывалась необходимость ввода в разработку КЮТМ уже в этом веке с добычей нефти до 100 млн т и попутного газа 16 млрд м<sup>3</sup> при себестоимости тонны нефти не более 9 долл. США, в то время как мировая цена этой тонны – 130 долл. <...>

Несмотря на то, что экспертизой Министерства экономики РФ не были одобрены мои оценки запасов нефти КЮТМ, начальные дебиты скважин, темпы и объемы роста добычи, я продолжаю утверждать и доказывать, что моя оценка как запасов нефти, так и возможных темпов их извлечения и начальных дебитов скважин КЮТМ является минимальной. <...>

По опыту разработки нефтяных месторождений Западной Сибири имеется возможность за срок не более 10 лет достигнуть уровня добычи в условиях КЮТМ до 100 млн т. Кроме опыта Западной Сибири можно воспользоваться опытом разработки залежей нефти, подобных КЮТМ, Китайской Народной Республики.

В 1975 г. во впадине Хуабэй было открыто нефтяное месторождение Женчию. Оно связано с погребенным выступом весьма древних (синийских) карбонатных пород. Максимальные дебиты скважин достигают 5–6 тыс. т/сут. В 1977 г. на этом месторождении было добыто 11, а в 1979 и 1980 гг. – по 13 млн т нефти. Судя по этим данным, на месторождении уже достигнут максимальный уровень добычи, равный 13 млн т. Можно предполагать, что извлекаемые запасы месторождения Женчию, вероятно, не больше 150 млн т, т. е. на порядок меньше, чем в КЮТМ. Поражают темпы извлечения

нефти – от открытия до достижения пика добычи прошло всего 3 года! Коллектора этого месторождения сходны с коллекторами КЮТМ. Вмещающие нефть породы имеют тот же возраст. Остается только сожалеть, что разведка КЮТМ практически прекращена, к опытной эксплуатации не приступили. <...>

Ознакомившись с условиями передачи в разработку Верхтарского нефтяного месторождения в Новосибирской области одной из нефтяных акционерных обществ Тюменской области, мною изучены материалы по геологии всего Северного района Новосибирской области, где расположено названное месторождение. Анализ имеющихся материалов по нефтегазонасности палеозоя Новосибирской и Томской областей убедил меня в том, что территория этих областей заслуживает усиления поиска палеозойской нефти в отложениях карбона, девона, силура и ордовика.

Что же касается условий передачи Верхтарского месторождения в разработку, при которых АО принадлежит 92 % всей добытой нефти, а РФ и Новосибирской области только 8 %, мною показано, что справедливы условия, при которых только 20 % добытой нефти должно передаваться инвестору (АО), а 80 % нефти должно принадлежать Российской Федерации и его субъекту – Новосибирской области. Это исследование оформлено в виде записки «Новосибирская область накануне создания нефтегазодобывающей промышленности», которая направлена администрации Новосибирской области.

Изученный мною опыт условий передачи инвесторам в разработку выявленных месторождений нефти и газа в Российской Федерации и некоторых стран СНГ побудил меня критически рассмотреть этот опыт в специальной статье «О доле инвестора при разделе продукции разработки газонефтяных месторождений», которая в декабре 1994 г. была направлена для опубликования в журнале «Геология нефти и газа».

Также в отчетном году мною подготовлены и переданы руководству Уфимского научного центра РАН и отраслевому институту БашНИПИнефть фрагменты к статье «Перспективы нефтегазонасности рифейско-вендских отложений Башкортостана», в которых обращено внимание на необходимость доразведки Салиховой и Кинзебулатовской площадей для поиска нефти в названных отложениях».

11 января 1995 г.

Белую, Трофимук спросил своего спутника, начальника Башнефти Кувькина:

- Прямо на буровую поедом, Степан Иванович?
- Конечно, на буровую. В городе нам делать нечего.

Не останавливаясь, машина выехала на дорогу в Кинзебулатово и пошла нырять по ее ухабам. Она спустилась в лощинку, стала подниматься на холм. Шофер включил вторую скорость. Машина негодующе зарычала, но все же, разбрызгивая лужи, оставшиеся после вчерашнего дождя, взобралась наверх. И в этот момент у сидевших в машине внезапно вырвалось:

- Смотрите, смотрите!

Впереди, там, где была буровая номер пять, огромный черный гриб высотой в полсотни метров стоял над землей. Он стоял неподвижно, только шапка его медленно, плавно колыхалась из стороны в сторону, и казалось, что это именно она издает тот глухой, низкий гул, который доносится с той стороны.

Территория, прилегающая к буровой, кишела людьми. Колхозники из окрестных деревень, городские жители, рабочие соседних буровых – все собрались сюда, смешавшись в пеструю, шумную, веселую толпу, которая двигалась, кричала, смеялась, смотрела на фонтан. Спешно рыли земляные амбары – ямы для нефти. У всех было приподнятое, праздничное настроение. Когда по временам порыв ветра внезапно поворачивал шапку гриба и осыпал стоявших поближе нефтяными брызгами, люди с хохотом бросались бежать, но уже через минуту возвращались назад.

Толстый столб нефти, поднявшись на высоту десятиэтажного дома, дождем рассыпался далеко вокруг. И все было черно от него – машины, земля, люди, даже соседняя речка Тайрюк.

Стоя у реки, можно было наблюдать явление природы, не описанное ни в одном учебнике географии, – нефтепад. Нефти, разбуженной взрывом торпеды, мало было одного выхода – скважины. Она пробила себе в береге брешь, из которой каскадом лилась в реку. И гуси, величественно плавающие по Тайрюку, из белоснежных превратились в коричнево-черных.

Казалось, что нефть, миллионы лет томившаяся под землей, нефть, которую человек так терпеливо и упорно искал, хочет вознаградить себя за долгий плен, а людей – за труд, настойчивость и смелость.

Глядя на струю нефти, бившую из скважины, Кувькин в восторге повторял:

- Да ведь это две тысячи тонн в сутки! Две тысячи!..

Кинзебулатовский фонтан открыл новое месторождение, по своему характеру единственное в Советском Союзе. Здесь нефть, действительно в виде исключения из правила, находится в известняках и глинистых породах. Их трещины оказались прекрасным резервуаром.

Есть много оснований думать, что по этим трещинам

На карте нефтяных и газовых месторождений Сибирской платформы, созданной специалистами Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, выделяется своими размерами Куюмбо-Юрубчено-Тайгинское газонефтяное месторождение.

Этот, по мнению академика Трофимука, Красноярский супергигант имел все основания стать самым крупным запасом углеводородов на территории СССР. Известный геолог был уверен в том, что огромные пространства Восточной Сибири не менее перспективны для поиска нефти и газа, чем площади Западной Сибири. В 1987 г. он разработал «Концепцию создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири», которую отстаивал на всех уровнях, требуя опытной разработки уже разведанной части Красноярского супергиганта и продолжения поиска новых месторождений. Однако концепция выдающегося геолога-нефтяника, тщательно проработанная, но по-научному смелая, в новых перестроечных условиях оказалась невостребованной. После 1990 г. все поисковые работы в стране были прекращены

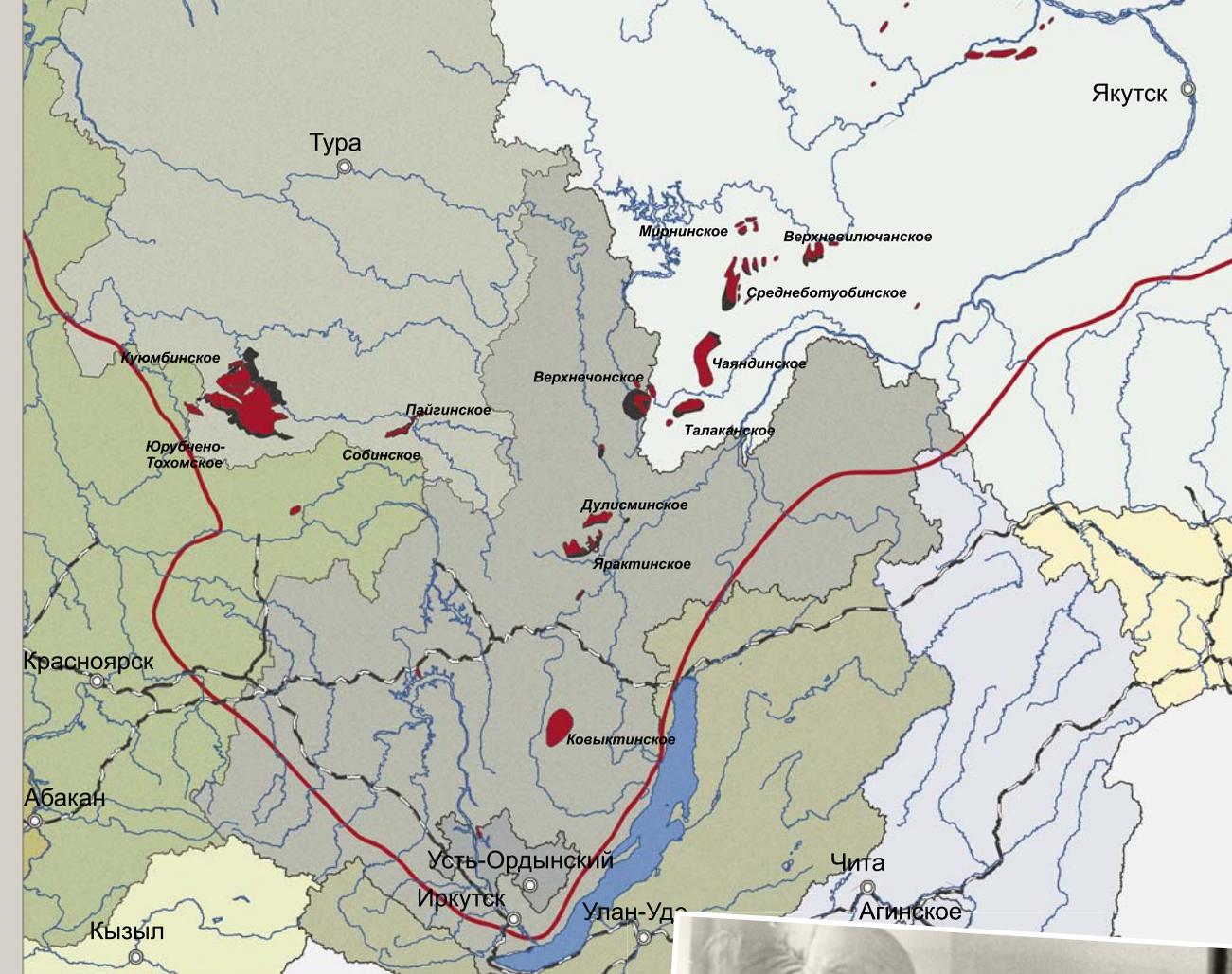
нефть пришла сюда снизу, из более глубоких пластов. Где родина кинзебулатовской нефти, – вопрос далеко не праздный и не только теоретический, а весьма практический и злободневный.

### Сундук с сокровищами

В ту осень 1943 г., когда происходили описанные события, на промыслах Башкирии, не только среди геологов, но и среди рабочих, на собраниях, в разговорах, в газетах все чаще стало звучать слово, прежде редко выходившее за пределы круга специалистов, – девон.

Нефть из девонских пластов была известна давно. Нефтеносные пески возле Тайтусвилля в Северной Америке, разработка которых в 1859 г. положила начало нефтяной промышленности, принадлежали именно к девонской системе. У нас, на Ухте, где отложения девона выходят на поверхность, местные жители знали о «горном масле» еще в конце XVII в. А последние несколько десятков лет из девонского пласта на Ухте уже добывается нефть промышленного значения. Но размеры этой добычи были невелики.

В первой пятилетке начинаются поиски девонской нефти во «Втором Баку». Попытки следуют за попытками. Бурят в Краснокамске, в Кировской области, в Куйбышеве, в Сызрани – и все безуспешно. Это не только геологически, но и технически очень трудная задача. Ведь девон лежит глубоко, а во «Втором Баку» нет еще опыта проходки глубоких скважин.



■ Нефть ■ Газ — Внешняя граница

Лено-Тунгусская нефтегазовая провинция, перспективная для поиска месторождений нефти и газа

В 1931 г. начинают бурить такую скважину в Башкирии, в Красноусольске. На пути встречаются известняки с кремнистыми прослоями – очень твердыми породами, их надо бурить долотьями с алмазными коронками. Между тем по соседству открывают нефть всего на глубине семисот метров, и красноусольскую скважину забрасывают...

В 1938 г., по инициативе геолога Бочкова, начинают бурить скважину на девон в западном конце Башкирии – в Туймазах. Уже пройдено тысяча пятьсот метров, осталось двести. В это время, опять в Ишимбае, открывают «мелкую» нефть. «Зачем нам лезть куда-то на полтора-два километра, – говорят многие, – когда нефть есть на глубине нескольких сотен метров?» Так

Академика А. А. Трофимука, почетного нефтяника и разведчика недр, первооткрывателя трех крупных нефтегазоносных провинций страны, поздравляют с 80-летним юбилеем его коллеги и ученики. ОИГТИМ СО РАН. 1991



Председателю Правительства  
Российской Федерации  
В. С. Черномырдину

Уважаемый Виктор Степанович!

Направляю Вам мою работу «Концепция создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири» (Новосибирск: ОИГМ СО РАН, 1994). В этой работе в качестве приложения публикуются два документа:

1. «Концепция создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири» (в августе 1987 г. направлена мною в адрес Центрального Комитета КПСС);
2. «Куюмбо-Юрубчено-Тайгинское газонефтяное месторождение – супергигант Красноярского края. (Основы технико-экономического обоснования разработки). Новосибирск: ОИГМ СО РАН, 1992. (Препринт № 8).

Первый документ, с Вашим участием в качестве министра газовой промышленности СССР, обсуждался 12.02.88 г. на заседании научно-технического совета бюро Совета Министров СССР и был в основном одобрен. По нему было дано задание Госплану СССР и соответствующим министерствам подготовить технико-экономический доклад и предложения о комп-

лексном освоении нефтегазовых ресурсов Восточной Сибири и Якутской АССР до 2005 г.

Второй документ рассматривался экспертной комиссией Министерства экономики РФ в конце 1993 г. и не был поддержан.

В ходе обсуждения этого документа на многочисленных собраниях специалистов-нефтяников, с учетом отзывов высококвалифицированных специалистов в области нефтяной геологии, продолжавшихся в 1992 и 1993 гг., я пришел к убеждению, что моя оценка запасов выявленных залежей по Красноярскому супергиганту нефти в 1400 млн т, попутного газа в 224 млрд м<sup>3</sup> и 1 трлн м<sup>3</sup> газа в газовых шапках является минимальной. В этих залежах сосредоточено до 2 млрд т извлекаемых запасов нефти. При этом не описованы более глубокие слои Красноярского супергиганта. При углублении поисково-разведочных скважин на 1000 м (с 2500 довести их забои до 3500 м) могут быть обнаружены новые залежи углеводорода. <...>

По всем достигнутым и ожидаемым показателям Красноярский супергигант может оказаться самым крупным месторождением на территории бывшего СССР. Несмотря на имеющиеся и ожидаемые перспективы нефтегазоносности месторождений Восточной Сибири, поиски и разведка их по существу прекращены.

Прошу Вашего указания:

1. Продолжить поиски нефти и газа в Восточной Сибири, особенно в Красноярском крае.
2. Дать указание МНТК «Нефтеотдача» об организации в 1994 г. доразведки и опытной разработки западной наиболее разведанной части Красноярского супергиганта с целью проверки эффективности предложенных методов вскрытия нефтяных объектов и принципов их разработки.

Выражаю надежду, что Вас заинтересует мое предложение организовать разработку Красноярского супергиганта объединенными силами Российской Федерации, Украины и Белоруссии. Вместо того, чтобы ежегодно снабжать Украину и Белоруссию нефтью и газом за счет своих крайне урезанных возможностей, возложить эту заботу на самих потребителей нефти и газа.

В направляемой Вам работе рассмотрены также вопросы возмещения затрат инвесторов как отечественных, так и иностранных долей добываемой нефти и газа. Суть предложений видна из следующих примеров.

Пример 1. Государственными организациями выявлены запасы двух месторождений в восточной

шельфовой части острова Сахалин. Их запасы: нефти – 100 млн т и газа 400 млрд м<sup>3</sup>. При мировых ценах на нефть в 130 долл. за тонну и газа – 76 долл. за 1000 м<sup>3</sup> общая стоимость выявленных запасов составляет 43400 млн долл. Инвесторы сами определили расходы по извлечению из недр названных запасов, их транспортировке и расходы по сжижению газа – 8–10 млрд долл., что составляет даже при максимальной оценке расходов 23 % от стоимости запасов в недрах. <...>

В Новосибирской области выявлено Верх-Тарское месторождение нефти. Его запасы... определены в 24,5 млн т, что при цене в 130 долл. оценивается в 3185 млн долл. В ходе объявленных торгов один из инвесторов подсчитал, что затраты в долларах США на извлечение и доставку потребителю нефти, частичной ее переработки будут равны 415 млн долл., что составляет 13 % от стоимости нефти в недрах.

Иными словами, доля инвестора в дележе нефти между ним и владельцем месторождения для названных месторождений не должна превышать 15–25 %, а для крупнейших месторождений, таких как Красноярский супергигант – не более 10 % от стоимости его запасов в недрах. Чем больше запасы и продуктивность скважин, тем меньше доля инвестора.

Вообще вызывает удивление необходимость передачи в концессию месторождений нефти и газа иностранным инвесторам. До 1989 г. СССР справлялся с этой задачей без помощи и даже при противодействии ведущих иностранных держав и добился мирового лидерства в этой важнейшей отрасли.

Совершенно необходимо также восстановить монополию государства на торговлю стратегическими ресурсами и, прежде всего, нефтью и газом и продуктами их переработки.

24 августа 1994 г.  
А. А. Трофимук



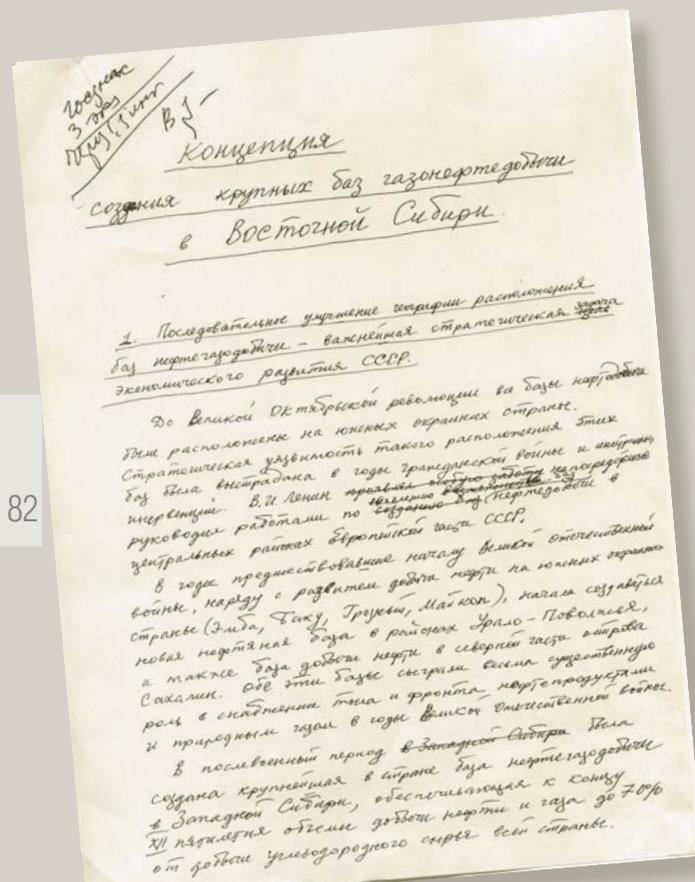
Рабочее совещание у директора института.  
Слева направо: Н. В. Соболев, Э. Э. Фотиади,  
А. А. Трофимук, В. А. Кузнецов, Н. Н. Пузырев.  
Фото Р. Ахмерова

получилось, что «мелкая» нефть стояла поперек дороги у «глубокой»...

Нашлись, однако, люди, не побоявшиеся ни риска, ни ответственности, люди, считавшие, что без этих элементов не может быть решена ни одна большая задача. Они знали, что открыть девон – дело трудное, но необходимое для дальнейшего развития «Второго Баку».

Трофимук, тогда еще геолог научно-исследовательской лаборатории Башнефти, давно уже борется за разведку девона. Всюду – в докладах руководству комбината, в печати, на совещаниях – он настойчиво доказывает ее необходимость. Получив первые данные по Ардатовской скважине – это было в июне 1940 г., – Трофимук вместе с геологом Тимергазиным пишет статью, в которой уверенно заявляет о новом нефтеносном горизонте, еще неизвестном в Башкирии.

Постепенно вокруг него собираются другие геологи, убежденные, как и он, в том, что будущее Башкирии – в глубокой нефти. В июне 1940 г., когда возникает угроза остановки девонской скважины, заложенной на Шиханской горе, он организует в Ишимбае специальное совещание геологов, посвященное проблемам разведки девона и более древних отложений в Башкирии.



«Представьте себе, – говорит Трофимук, – что перед вами сундук, наполненный сокровищами. Вы с трудом вскрываете его, но внутри находите второй запертый сундук. Открываете и этот. Внутри – третий. Неужели вы не попытаетесь открыть его? Неужели отступитесь, махнете рукой и на сокровища и на усилия, уже затраченные вами?»

## Туймазы

Туймазы находятся на крайнем западе Башкирии, у самой ее границы с Татарской республикой. Давно в этих местах начали искать нефть. Еще в шестидесятых – семидесятых годах прошлого столетия помещик Малакиенко бурил землю в нескольких десятках километров отсюда, в Бугульме.

Крупнейший нефтепромышленник дореволюционной России Нобель явственно чуял здесь запах нефти. Туймазы пользовались его особым вниманием. Проявил он это внимание очень характерным для капиталиста способом. Ему было невыгодно открытие новых нефтяных районов. Это привело бы к снижению цен на нефть. Вот почему агенты Нобеля, разъезжая в 1910–1914 гг. по деревням, заключали с крестьянскими обществами договоры, согласно которым крестьяне за изрядные деньги обязывались не допускать на своей земле каких бы то ни было горных и геологических работ...

Только при советской власти, в годы сталинских пятилеток взялись за разработку Туймазов. В 1933 г. полевой геолог Чепиков – ныне лауреат Сталинской премии – с горным компасом и геологическим молотком в руках исследовал эти места. Начали бурить скважины. В 1937 г. из скважины, пробуренной мастером Беликовым, ударил первый фонтан. С тех пор началось промышленное развитие района.

Но все же Туймазы далеко отставали от Ишимбая. Скважины давали мало нефти, бурить их трудно – породы здесь твердые. Кое-кто даже считал, что район этот не имеет перспектив и его не следует развивать.

Противоположного мнения придерживался геолог треста Туймазынефть Михаил Васильевич Мальцев. Он безоговорочно примыкает к лагерю «глубоких», добиваясь разведки девона в Туймазах, с увлечением принимается за составление проекта. Скважина № 152 должна по этому проекту пройти всю толщу осадочных пород, добраться до кристаллического фундамента, на котором они лежат. Ее начинают бурить уже в дни войны, в декабре 1941 г.

Между тем главный геолог треста Туймазынефть относится к этой буровой с недоверием. В апреле 1942 г., когда долото прошло уже больше тысячи метров и находится в карбоновых отложениях, главный геолог поднимает вопрос об остановке скважины.

– В военное время нет смысла бурить такую глубокую скважину, – говорит он.

По его предложению тресту предписывают остановить сто пятьдесят вторую и перевести ее на эксплуатацию карбона. Победа над девоном вновь отодвигается на неопределенный срок.

## «Вот кто нужен сейчас девону...»

Однажды, придя на работу, Мальцев узнал о назначении на должность главного геолога комбината Андрея Алексеевича Трофимука.

Еще у всех свежи были в памяти выступления Трофимука о разведке девона, совещание геологов, организованное им два года тому назад, его настойчивость и принципиальность, с которыми он боролся за «глубокую» нефть. «Вот кто нужен сейчас девону, – подумал Мальцев. – Этот уж как вцепится – не отпустит».

В октябре 1942 г. Трофимук приезжает в Туймазы. Он поручает Мальцеву сделать обстоятельный доклад. По этому докладу принимается решение заложить новую разведочную скважину.

Буровая запроектирована на глубину в тысячу восемьсот метров. Это была буровая, которую, кажется, за всю историю разведки девона во что бы то ни стало решили довести до конца. Настойчивость и решимость сплотили всех – от Кувькина и Трофимука до подсобного рабочего...

Освоить разведочную скважину – сложная и ответственная задача. Надо прежде всего точно установить, на каком уровне находится нефтеносный пласт, чтобы дыры, которые будут пробиты в колонне, пришлось против него. Для этого производят так называемый каротаж. Нефть – плохой проводник электрического тока. Подземная вода, в которой растворены соли, – хороший проводник. Поэтому особый аппарат, который спускают в скважину, покажет увеличение сопротивления в том месте, где есть нефть, и уменьшение его – где вода. Когда показания аппарата будут нанесены на бумагу, получится ломаная линия – каротажная диаграмма.

Но вот каротажная диаграмма снята, колонна спущена и зацементирована. Теперь колонну надо «прострелять» – пробить дыры против того места, на какое указал каротаж. В скважину опускают электро-перфоратор, заряженный пулями. Нажим кнопки, выстрел. Несколько десятков пуль пробивают сталь и цемент и, открывая дорогу в скважину, впиваются в пласт. Оттуда уже готова брызнуть нефть, но ее еще не пускает столб воды, оставшейся в скважине после промывки. Только когда часть жидкости вычерпают и давление ее столба станет меньше, чем давление в нефтяном пласте, нефть устремится наверх.

Все эти дни Кувькин и Трофимук почти не отлучаются с буровой. Вдвоем они руководят работой. Каждая операция должна быть проведена особенно тщательно. Любая мелочь, за которой не доглядел, может сыграть роковую роль...

Трофимук мало спит, глаза его покраснели от бессонницы, он похудел, но полон жизни и энергии. Снова наступил сентябрь, и снова, как в прошлом году в это же время, он и его товарищи готовят своей стране богатый подарок.

## «Девон побежден!»

Под вечер 25 сентября большая группа людей собирается возле буровой номер сто. Здесь стоят сейчас и просто зрители, и те, кто боролся за нее, отстаивал, проектировал, бурил ее. Все готово, сейчас скважину начнут «свабировать», вычерпывать из нее воду, чтобы вызвать фонтан.

Помост у самой буровой пустеет. Один лишь рабочий в черном резиновом костюме с капюшоном, похожий на средневекового монаха, прохаживается по помосту. Над устьем скважины покачивается на канате «сваб» – длинный, узкий поршень с клапаном, открывающимся вверх.

Сваб опускают, он скрывается в скважине. Через минуту-другую из устья начинает толчками выбрасывать воду, а за ней показывается и сваб. Второй, третий, четвертый раз спускают поршень, и все больше времени проходит, пока он вынырнет, гоня перед собой воду. И с каждым разом все выше, все темнее струя воды.

Короткий осенний день подходит к концу, сумерки быстро сгущаются. Нефти еще нет. В темноте опасно продолжать, может случиться авария.

– Придется отложить до завтра, – решает Кувькин.

Назавтра, едва рассвело, у буровой снова собирается толпа. Десятый, одиннадцатый сваб. Целых пять долгих минут проходит, пока вернется поршень.

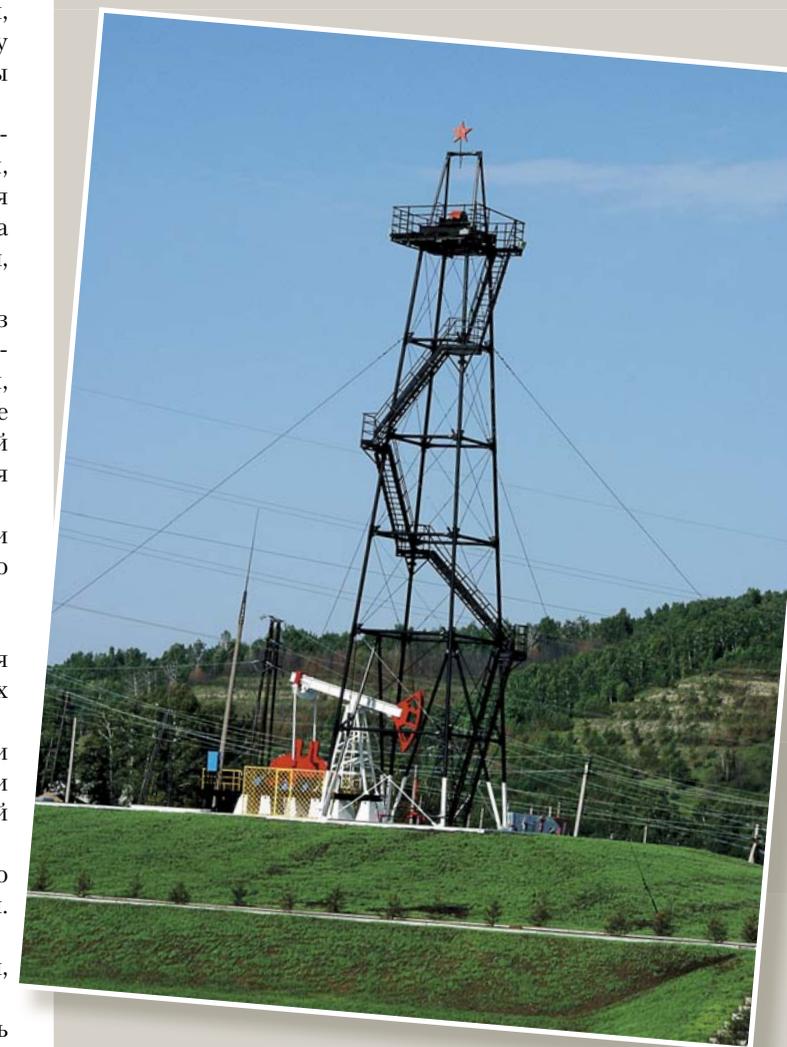
Двенадцатый сваб. Внезапно темнокоричневая, почти черная струя с шипением вырывается из скважины и поднимается над верхними фермами вышки. Первый фонтан девонской нефти забил!

Люди жмут друг другу руки. Вот он, итог не одного месяца волнений, бессонных ночей, упорной работы. Теперь они могут с полным правом сказать:

– Девон побежден. Это сделали мы, советские люди, для нашей любимой Родины!..

Два года прошло с того дня. Давно уже кончилась война. Миллионы защитников Родины вернулись домой. Тот, кто уезжал юношей, приехал зрелым мужчиной, закаленным в суровых испытаниях. Вернулись и тысячи нефтяников Башкирии. И люди, которые здесь

В 1958 г. скважина в Туймазах стала памятником трудовой славы. На ней закреплена мемориальная доска с надписью «Скважина 100, открывшая 26/IX—1944 г. девонскую нефть», а рядом установлен памятник – через рабочие руки из недр земли бьет фонтан нефти. Скважина до сих пор является действующей, счет добытой на ней нефти перевалил за миллион тонн. Туймазинские нефтяники любовно называют ее «скважиной-миллионершей»



оставались, тоже возмужали, многому научились за эти трудные и славные годы...

В двадцать раз увеличилась добыча в Туймазах. Оправдались написанные Трофимуком и Тимергазиным в 1940 г. слова о том, что под нефтяными пластами, находящимися в эксплуатации, будет встречен новый, более мощный пласт.

Сотый номер открыл один горизонт, а за ним, в июле 1945 г., открыт другой девонский горизонт, еще богаче. Забил девонский фонтан в Прикамье; на Волге тоже добывается девонская нефть. Новые перспективы открылись перед всем «Вторым Баку» с его огромными пространствами – от города Молотова на севере до Саратова на юге...

В кабинете главного геолога Башнефти на письменном столе стоит пузырек с густой, похожей на йод жидкостью. Сколько труда, борьбы, усилий ума и воли, сколько волнений, тревог и радостей заключено в ней.

Трофимук берет в руки пузырек.

– Не будь девонской нефти, – говорит он, – «Второму Баку» было бы суждено всегда оставаться младшим братом первого Баку. Теперь иное дело. В Башкирии восемьдесят структур. Пусть не все, пусть десять, даже пять процентов дадут столько же, сколько Туймазы. Представляете, что это значит?

*Литература*  
Академик Трофимук: «Сибирь плавает на нефти» // *Наука из первых рук*, 2007. № 3 (15). С. 16–25.

Андрей Алексеевич Трофимук / Сост. Д. Х. Гук, Р. И. Кузьменко, Г. С. Фрадкин; Авт. вступ. статьи А. Э. Конторович, В. С. Вышемирский, Г. С. Фрадкин. М.: Наука, 1991. 176 с.

Главный геолог. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. 332 с.

Миненко Н. А. Тюмень: летопись четырех столетий: Ист.-худож. иллюстрированное изд. СПб.: Русь; Тюмень, 2004. 470 с.

Могилевский Л. Андрей Алексеевич Трофимук. М.: Профиздат, 1947. 56 с.

Трофимук А. А. Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1997. 369 с.



Спуск в шахту рудника Октябрьский. Норильский р-н, 1970-е гг.

Редакция благодарит за помощь в подготовке материала начальника отдела инновационных программ ИГМ СО РАН к.г.-м.н. В. Д. Ермикова, сотрудников ИНГТ СО РАН к.г.-м.н. Л. К. Левчук, В. Н. Богословскую, Е. Г. Соколову, а также пресс-центр ОАО АНК «Башнефть»



# VITA

## ЗНАЧИТ ЖИЗНЬ

### Бор-нейтронозахватная терапия рака

С.Ю. ТАСКАЕВ



Онкозаболевания остаются одной из ведущих причин смертности, несмотря на все успехи, достигнутые в борьбе с ними. Идея бор-нейтронозахватной терапии рака, оказавшейся эффективной при лечении до сих пор неизлечимых видов опухоли, появилась 75 лет назад, однако в мире до сих пор нет действующего специализированного комплекса, работающего по этой методике. Институт ядерной физики СО РАН, подключившийся к решению проблемы немногим более десяти лет назад, достиг успеха, создав действующий прототип установки, которую можно использовать в онкологических клиниках

**И**дея избирательного поражения клеток злокачественных опухолей методом бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) впервые была предложена в 1936 г. – спустя всего четыре года после открытия нейтрона.

Ее физический принцип прост и элегантен. Стабильный изотоп бора  $^{10}\text{B}$  вводят в опухоль, которую затем облучают потоком нейтронов. При поглощении нейтрона ядром бора-10 происходит образование двух массивных частиц, которые отдают свою энергию при торможении на микрометровом расстоянии, т. е. в пределах именно «меченой» бором клетки, что приводит к ее необратимому разрушению.

Своей красотой методика обязана нескольким подаркам природы. Во-первых, ядро бора-10 необычайно эффективно захватывает нейтрон: площадь сечения поглощения теплового нейтрона составляет  $4 \cdot 10^{-25} \text{ м}^2$ , что в тысячи раз больше, чем у ядер большинства других элементов. Вторая благоприятная особенность бора – быстрое торможение продуктов его распада, что обеспечивает локальность процесса: около 80 % энергии ядерной реакции выделяется внутри самой раковой клетки. Наконец, огромное преимущество бора состоит в том, что он образует соединения, не токсичные для организма человека, такие как борфенилаланин (ВРА) или борный сульфгидрил (BSH), которые обычно использу-

**Ключевые слова:** бор-нейтронозахватная терапия, ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией, источник эпитепловых нейтронов.

**Key words:** boron neutron capture therapy, vacuum insulation tandem accelerator, epithermal neutron source



ТАСКАЕВ Сергей Юрьевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института ядерной физики СО РАН имени Г. И. Будкера. Доцент Новосибирского государственного университета. Автор и соавтор 212 научных работ и 6 патентов

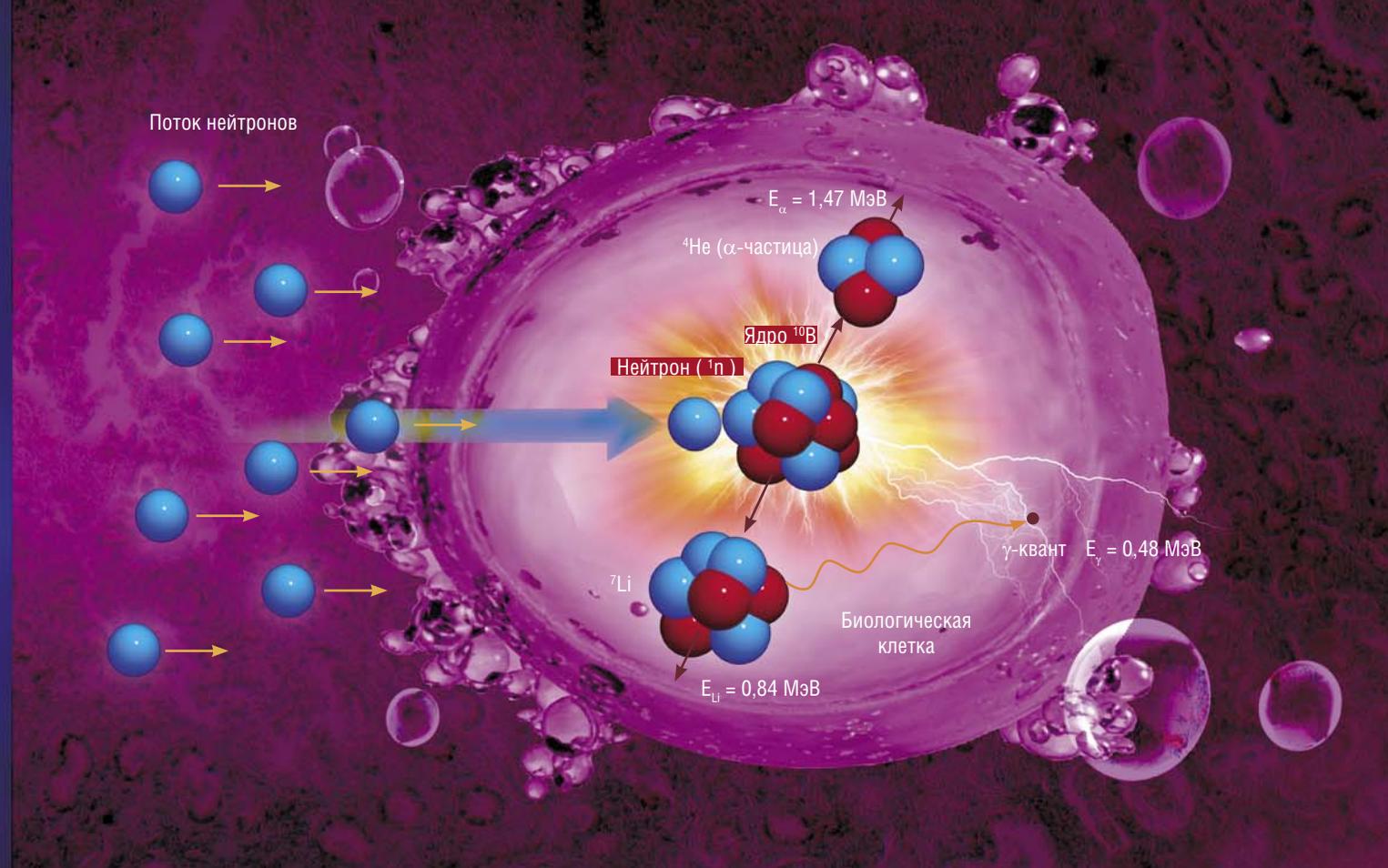
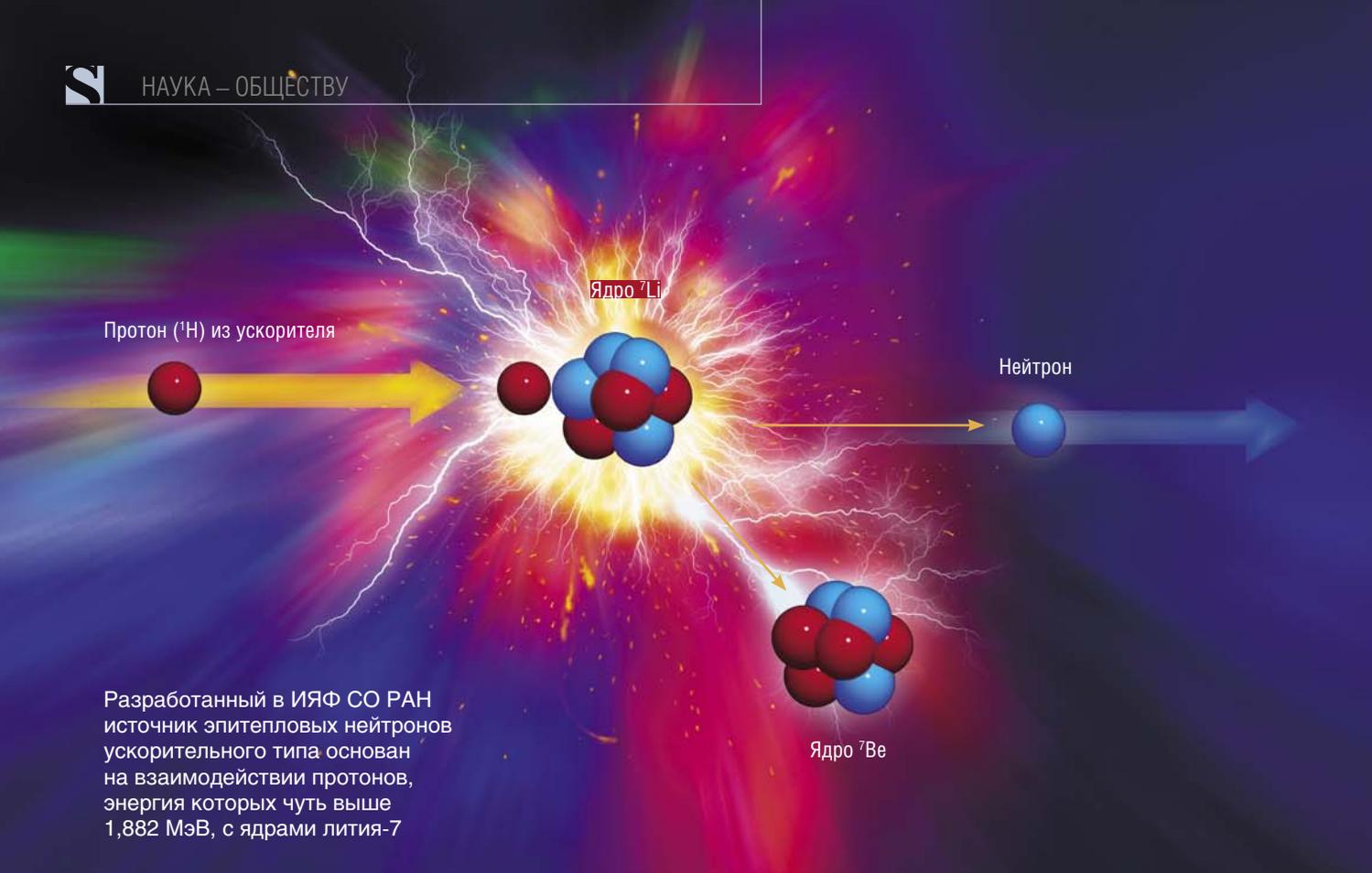
ются в качестве контрастных средств для диагностики опухолей на магниторезонансном томографе, но могут быть использованы также и для адресной доставки бора в опухоль.

Несмотря на кажущуюся простоту, методика БНЗТ оказалась чрезвычайно сложной в реализации. В своем развитии она испытывала взлеты и падения, и сегодня возведена в статус искусства, которое в ближайшее время, возможно, позволит бороться с доселе неизлечимыми опухолями.

### Излечить неизлечимое

Первые биологические эксперименты по БНЗТ были начаты на мышах еще во время Второй мировой войны. В 1951 г. было впервые продемонстрировано на практике, что при использовании соединений бора с некоторыми аминокислотами концентрация этого элемента в раковых клетках оказывается выше, чем в здоровых. Действительно, раковые клетки склонны к усиленному размножению, которое сопровождается интенсивным синтезом белка, поэтому они нуждаются в большом количестве аминокислот. И когда в кровь пациента вводили раствор бор-содержащей аминокислоты, уже через считанные минуты бор концентрировался преимущественно в клетках опухоли.

К концу 1950-х гг. в Брукхевене и Массачусетсе (США) построили специальные ядерные реакторы для первых клинических испытаний. К сожалению, ожидаемой терапевтической эффективности достичь не удалось, и эксперименты прекратили. Как выяснилось впоследствии, причиной неудачи стала недостаточная



клеточная концентрация бора. Дело в том, что нейтроны взаимодействуют не только с бором, но и с ядрами азота и водорода, из которых более чем на 70 % состоят биологические ткани. Из-за низкой концентрации бора основную часть поглощенной пациентом радиации составило неизбежное «фоновое» излучение, обусловленное таким взаимодействием.

Несмотря на неудачу, один из участников испытаний – японский нейрохирург Хатанака, вернувшись на родину в 1968 г., продолжил заниматься методикой БНЗТ. Прямо в помещении ядерного реактора он трепанировал пациенту череп, на открытом мозге проводил хирургическую операцию по удалению опухоли, а затем облучал операционное поле пучком тепловых нейтронов, предварительно введя в организм пациента борсодержащие препараты. Таким способом в Японии успешно пролечили более двухсот пациентов. Первый же пациент Хатанаки с глиобластомой мозга прожил впоследствии 21 год вместо обычного при таком диагнозе полугода. Благодаря этим результатам, а также прогрессу в синтезе эффективных препаратов доставки бора в клетки опухоли, с 1990-х гг. клинические испытания нового метода стали проводиться во многих странах мира.

Важнейшее достоинство этого метода заключается в том, что он ориентирован на лечение практически не поддающихся терапевтическому воздействию злокачественных образований, в том числе глиобластом мозга

и метастазов меланомы. Судите сами: глиобластома мозга сегодня ежегодно диагностируется у одного человека из каждых 20 тысяч, и исход всегда фатальный, – хирургия и традиционная радиотерапия не могут остановить распространение опухоли по мозгу, они позволяют лишь продлить пациенту жизнь, причем не более, чем на год.

Не менее обнадеживающие результаты получены при нейтронозахватной терапии рака печени, которую для облучения временно изымают из тела пациента. Сегодня рассматривается возможность использовать новый метод для лечения рака полости рта и щитовидной железы, а также ревматоидного артрита – очень тяжелого и пока неизлечимого неонкологического аутоиммунного заболевания.

### Конкурс на роль мишени

Атомный реактор – не самый удобный инструмент для отработки медицинской методики, тем более для клинического использования в условиях онкологического стационара. Нужны более дешевые и компактные нейтронные источники.

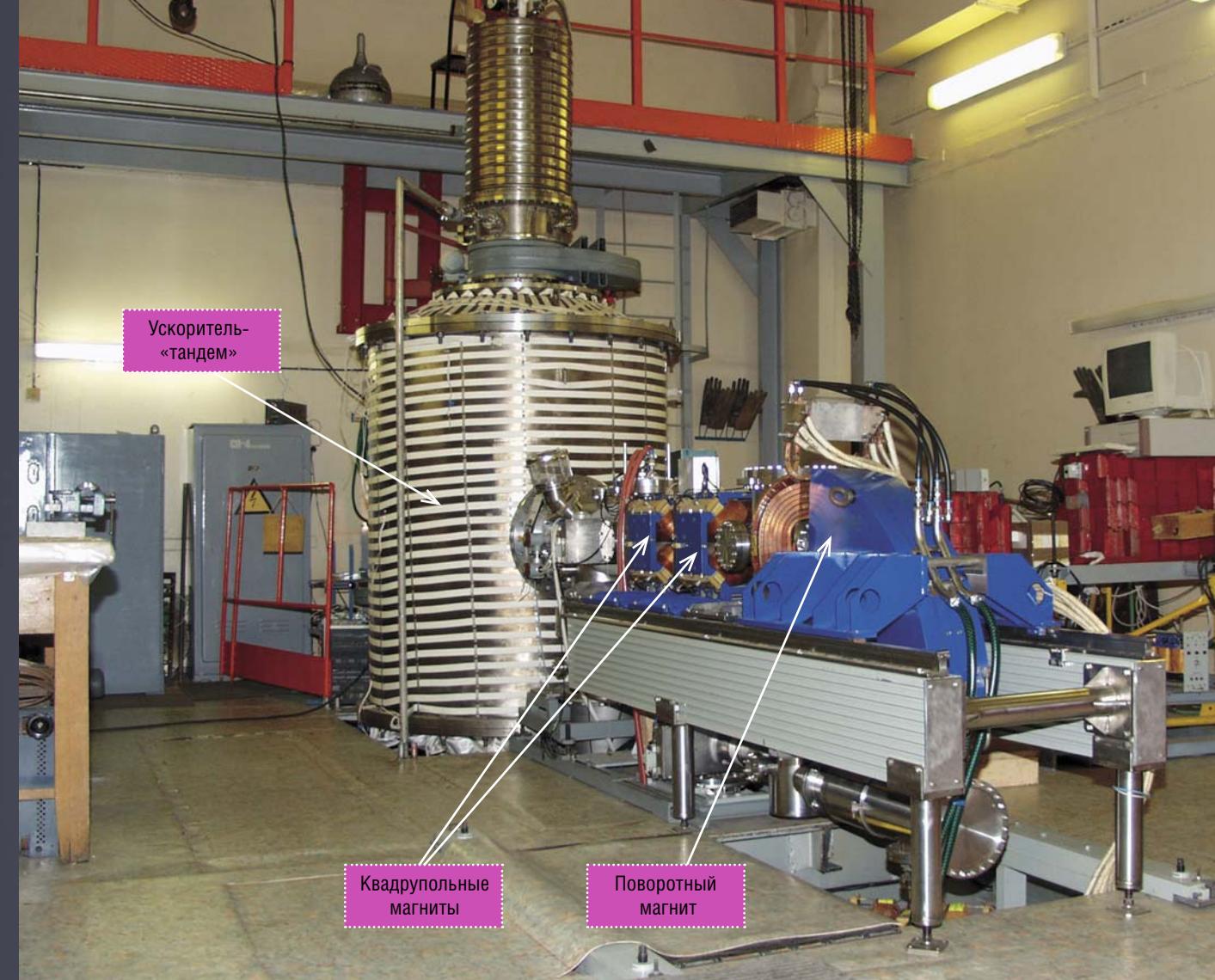
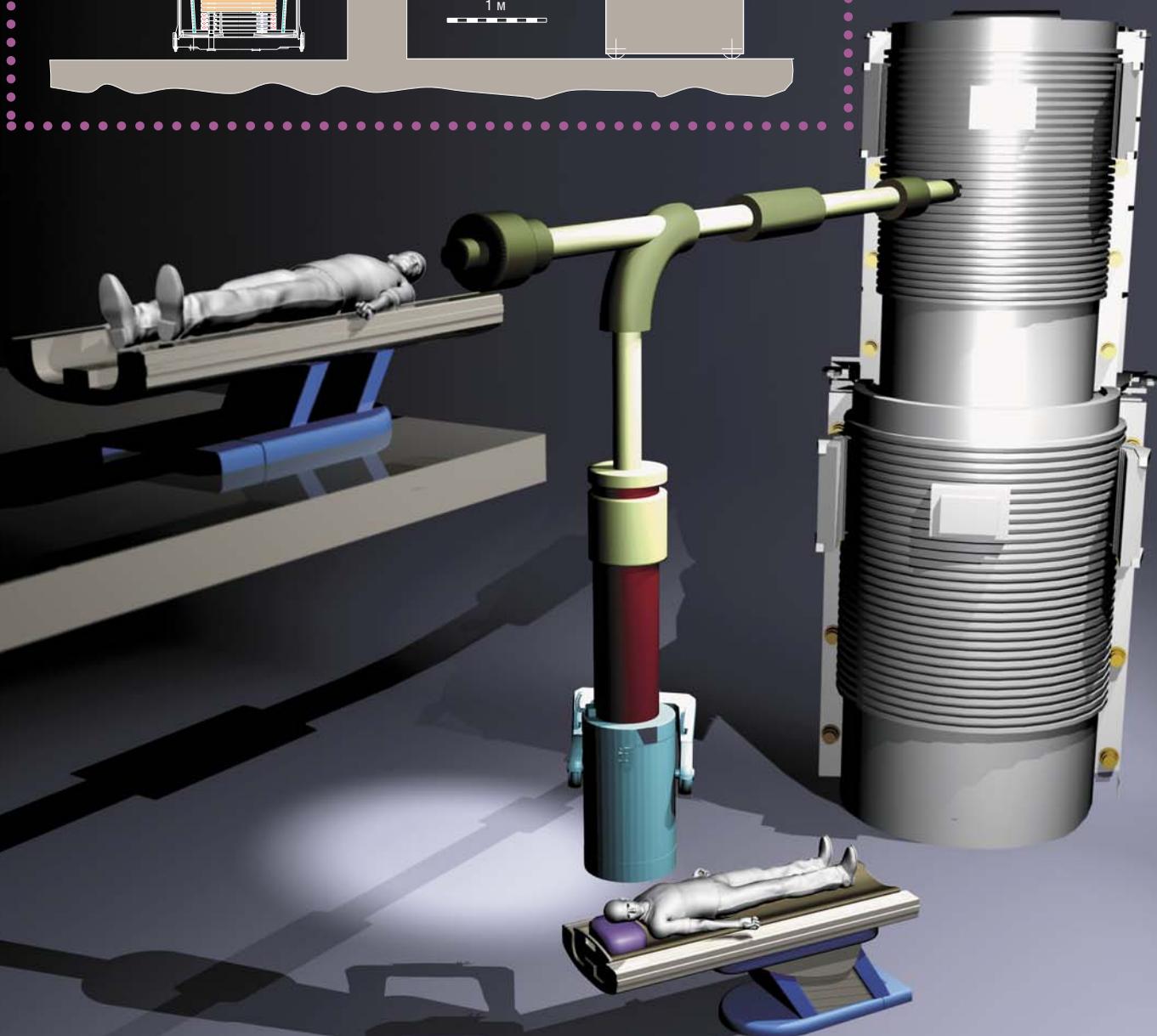
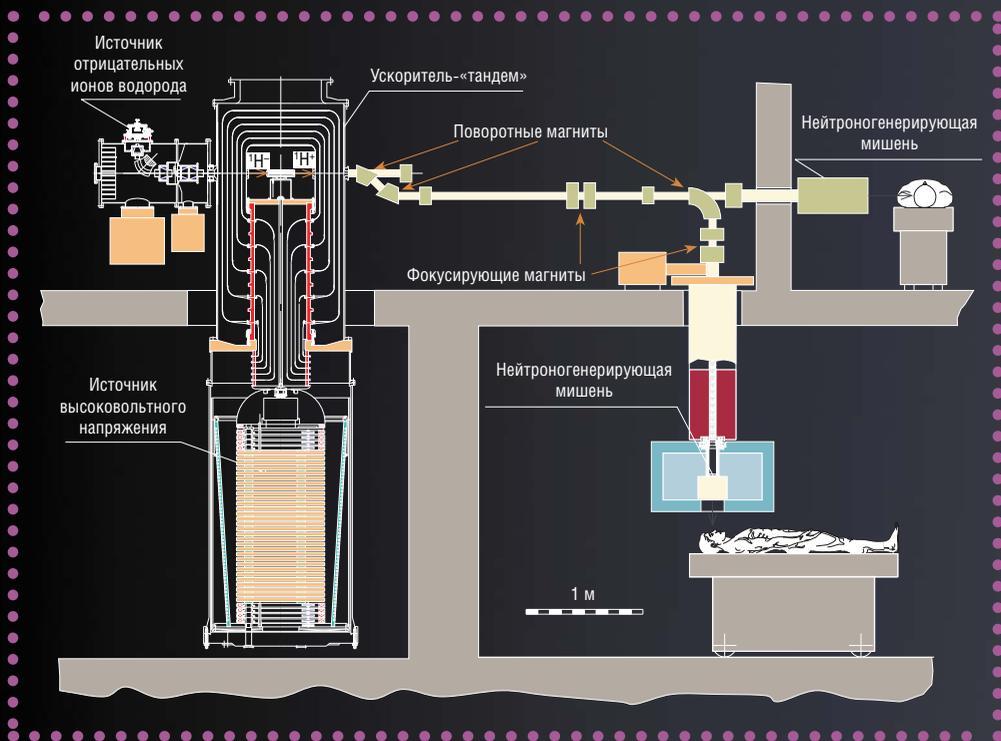
В 1994 г. состоялся первый международный семинар по «ускорительным» источникам нейтронов для БНЗТ, на котором было рассмотрено множество проектов и сформулированы требования к техническим характеристикам ускорителей. Однако при практической

реализации этих проектов специалисты столкнулись с рядом трудностей. Дело в том, что облучение потоком тепловых нейтронов должно быть однократным, длительностью не более часа – такой режим терапии обусловлен высокой стоимостью препарата бора и особенностью кинетики его накопления во внутренних органах. Это означает, что поток нейтронов должен иметь достаточную плотность, а максимум их поглощения достигается на той глубине, где расположена опухоль. Лучшее всего этому соответствуют нейтроны с энергией от 0,5 эВ до 10 кэВ. При этом нужно сформировать поток нейтронов с предельно узким распределением по энергии, чтобы сопутствующие потоки медленных нейтронов, быстрых нейтронов, а также гамма-лучей не вносили значительного вклада в поглощенную пациентом дозу. Но получить такие «промежуточные», эпитепловые нейтроны оказалось непростой задачей.

Наилучшим способом генерации эпитепловых нейтронов повсеместно считают бомбардирование прото-

нами ядер лития: поток «выбиваемых» нейтронов при этом достаточно плотный, а их энергетический спектр сравнительно мягкий. Однако 10 лет назад полагали, что мишень из металлического лития практически невозможно реализовать в силу его мягкости, низкой температуры плавления, слабой теплопроводности и высокой химической активности. Альтернативными вариантами являются бериллий-9 и углерод-13. Изготовить мишени из них проще, но пучки заряженных частиц для их бомбардировки должны быть намного мощнее.

В конце 1990-х гг. вопросами реализации методики БНЗТ заинтересовались в новосибирском Институте ядерной физики СО РАН. В то время потенциально пригодные для этого ускорители обеспечивали токи пучков заряженных частиц лишь в единицы миллиампер. При использовании же литиевой мишени требовалось не менее 10 мА, а для других мишеней – свыше 30 мА. И новосибирские физики решили идти непроторенным путем.



## ВИТАЛЬНЫЙ ускоритель

«Сердце» созданной в ИЯФ СО РАН установки для бор-нейтронозахватной терапии рака – ускоритель нового типа. Он генерирует сильный ток 2 МэВ-ных протонов, которые выбивают нейтроны из специальной мишени, разработанной в том же институте. Этот нейтронный поток предполагается использовать для облучения злокачественной опухоли, в которую предварительно введен изотоп бора  $^{10}\text{B}$

В институте родился замысел создать новый тип ускорителя. В обычных ускорителях заряженные частицы накачивают энергией в ускорительной трубке. Она представляет собой ряд металлических колец – электродов, на которые подается последовательно возрастающий потенциал. Электроды изолируют друг от друга кольцами из диэлектрика, но при усилении тока на них попадают вторичные частицы и ультрафиолет от прохождения пучка в остаточном газе. Результат – пробой по изолятору, что снижает энергетическую эффективность и стабильность устройства.

Основная идея состояла в том, чтобы максимально удалить изолятор от пучка частиц. Создатели нового ускорителя решили отказаться от стандартной ускорительной трубки, предположив, что нетрадиционная конструкция позволит получить больший ток. Образно новый ускоритель можно представить в виде кочана капусты, где на «кочерыжке» – изоляторе в вакууме висят «листья» – электроды, а пучок частиц идет через центр «кочана» под углом  $90^\circ$  к «кочерыжке». Здесь электроды не разделены изоляторами, следовательно, их можно расположить ближе друг к другу, что обеспечивает больший темп ускорения частиц.

Платой за новаторскую схему ускорителя стали электроды большого размера и, как следствие, большая запасенная энергия между ними, – а это

означало, что неизбежные пробои могли невосполнимо портить поверхность электродов. Хотя в то время точных данных на этот счет не было, жизнеспособность схемы была под вопросом. К счастью, опасения оказались напрасными, и уже в первых экспериментах на реальном устройстве, сконструированном в лаборатории к 2007 г., удалось получить протонный пучок с рекордным током в 3 мА.

В том же году Министерство образования и науки признало новый ускоритель очередной (третьей) уникальной установкой ИЯФа. Возможно, присвоенное устройству название, – ускоритель-тандем с «вакуумной изоляцией» – оказалось и не совсем точным, но это сполна компенсировал рекламный потенциал его английской аббревиатуры VITA (Vacuum Insulation Tandem Accelerator).

### Нестандартная мишень

Следующим неординарным решением явилось использование для производства мишени все того же «неподходящего» лития. Разработчикам нового ускорителя удалось успешно разрешить две главные проблемы, которые прежде делали этот элемент непригодным для изготовления мишени.

Одна из проблем связана с тем, что воздействие мощного протонного пучка приводит к разогреву облучаемого материала. Температура плавления металлического лития составляет всего 182 °С – а значит, чтобы его использовать, требуется очень эффективный теплоотвод. Первоначально для охлаждения мишени использовали жидкий галлий, но впоследствии ограничились обычной водой. В результате удалось подобрать условия, позволявшие сохранять литий в твердом состоянии при нагреве мишени протонным пучком мощностью до 0,5 кВт/см<sup>2</sup>. Благодаря этому оказалось возможным существенно ограничить распространение радиоактивного изотопа бериллия-7, неизбежно образующегося вместе с нейтронами.

Еще одной ахиллесовой пятой литиевой мишени было сопутствующее паразитное гамма-излучение, возникавшее при торможении протонного пучка. Эффективная генерация эпитепловых нейтронов происходит в очень узком поверхностном слое лития (единицы микрон); как только энергия протонов становится ниже 1,882 МэВ, нейтроны перестают генерироваться, хотя гамма-кванты по-прежнему излучаются.

Однако безвыходных ситуаций не бывает. Оказалось, уровень гамма-радиации можно существенно уменьшить, если сделать так, чтобы дальнейшее торможение протонов происходило не в литии, а в более тяжелом металле. Для этого с помощью современных технологий тончайший (5–100 мкм) слой металлического лития наносят на подложку.



Впрочем, это решение породило новую проблему, связанную с радиационным повреждением подложки мишени. Протоны, «проскочившие» литиевый слой, при торможении почти не рассеиваются и поэтому застревают в подложке практически на одной глубине. С течением времени они накапливаются там в виде водорода. Давление газа растет, и вскоре поверхность мишени начинает вспучиваться. Хотя этот процесс неизбежен, в ходе экспериментов исследователям удалось подобрать максимально устойчивый материал подложки. Такая мишень уже вполне жизнеспособна – при клиническом использовании ее будет достаточно менять раз в неделю.

Но и это еще не все. Генерация нейтронов неизбежно сопровождается накоплением внутри литиевого слоя радиоактивного бериллия-7, период полураспада которого составляет 53 дня. Поэтому для временного хранения и дезактивации радиоактивной мишени пришлось сконструировать специальный защитный заглубленный контейнер. Это позволило беспрепятственно вести длительные эксперименты.

В итоге исследователи устранили все недостатки, присущие литиевой мишени, и осуществили в 2008 г. первую генерацию нейтронов.



На сегодня исследователям удалось решить все физические проблемы, мешавшие создать компактный ускорительный источник для нейтронозахватной терапии рака. Таким образом, менее чем за десять лет специалисты ИЯФ СО РАН разработали и создали действующий образец установки – компактный и относительно недорогой источник нейтронов, предназначенный специально для размещения в онкологических центрах.

Между тем сама методика БНЗТ еще не годится для широкого клинического использования – она требует дальнейших, теперь уже совместных исследований физиков и медиков, биологов и химиков. Сейчас на установке работает команда молодых ученых, аспирантов и студентов, которых поддерживают специалисты из ряда новосибирских научно-исследовательских и учебных учреждений. В прошлом году были проведены первые биологические эксперименты, при этом непрерывная генерация нейтронов поддерживалась в течение нескольких часов.

Пока новосибирская установка для БНЗТ остается самой совершенной в мире. Наши ученые находятся ближе всех к цели и по срокам: теоретически проект можно довести до завершения за 2–3 года. Много это или мало? Это как посмотреть: глазами ученого, ведущего исследования, чиновника, от которого зависит дальнейшая судьба проекта, или пациента, для которого новый метод лечения является, возможно, последней надеждой.

Первые нейтроны с нужными характеристиками были зарегистрированы в ИЯФ СО РАН 5 марта 2008 г. Для этого использовался пузырьковый детектор элементарных частиц – тонкостенный стеклянный сосуд, заполненный специальной жидкостью, вскипающей в месте попадания нейтрона.

Вверху – подготовку к генерации нейтронов ведут студент НГУ А. Макаров, научный сотрудник ИЯФ СО РАН Ю. Суляев и аспирант НГТУ А. Кузнецов

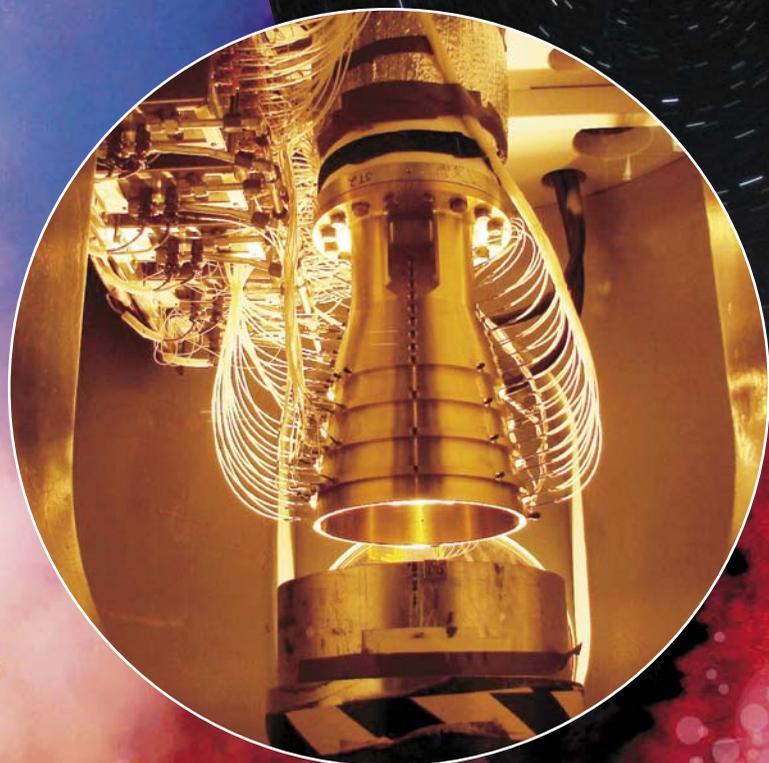
И все-таки быстрее завершить проект – внедрить ускоритель в клиническую практику – в интересах всех участвующих сторон, включая государство, которое перестанет терять ежегодно большое число граждан и получит шанс занять лидирующие позиции в этой жизненно важной области. Что можно сделать, чтобы ускорить процесс? Во всем мире, в частности в Японии, где также строится подобный центр, разработку и внедрение высокотехнологичных методов лечения финансирует государство. Для новой установки, созданной сибирскими учеными, государственная инвестиционная поддержка сейчас – это в буквальном смысле вопрос жизни. Как и для тысяч больных.

*Литература*  
Locher G. Biological Effects and Therapeutic Possibilities of Neutrons // Am. J. Roentgenol. Radium Ther. 1936. V. 36. P. 1–13.

В. Е. ПАНИН,  
А. С. КОРОТЕЕВ,  
В. П. СЕРГЕЕВ,  
Р. Н. РИЗАХАНОВ

# В ракетном ГОРНИЛЕ

Температура реактивной струи ракеты, выводящей на околоземную орбиту космический спутник, составляет тысячи градусов. Материал сопла двигателя должен иметь высокую теплопроводность для эффективного отвода тепла и одновременно быть тугоплавким, чтобы выдерживать мощный огневой напор. Одним из технических решений этой проблемы является использование керамического покрытия, наносимого на металлический корпус. Но его термостабильность при многократных термических нагрузках до эры нанотехнологий была невелика



Единственный реализованный на сегодня способ преодолеть земное притяжение и вывести космический аппарат на околоземную орбиту – использование реактивной тяги. Необходимая мощность достигается сжиганием высокоэнергетического вещества в жидкотопливном реактивном двигателе, причем продукты сгорания разогреваются до многих тысяч градусов. Однако в природе не существует материалов, способных выдержать такие тепловые нагрузки.

Чтобы работающий двигатель мог противостоять термическому воздействию, используется сложная инженерная конструкция сопла. Она включает в себя систему быстрого отвода тепла от стенок камеры сгорания и устройство для создания

ПАНИН Виктор Евгеньевич – академик РАН, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля Института физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск). Лауреат премии имени академика М. А. Лаврентьева (2010). Главный редактор журнала «Физическая мезомеханика». Автор и соавтор более 600 научных работ, в том числе 12 монографий, и 40 патентов



КОРОТЕЕВ Анатолий Сазонович – академик РАН, доктор технических наук, генеральный директор ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша» Федерального космического агентства (Москва). Лауреат премии Президента РФ в области образования (2003). Награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени (2006). Автор и соавтор 230 научных работ, в том числе 17 монографий, и 7 патентов



СЕРГЕЕВ Виктор Петрович – кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией материаловедения покрытий и нанотехнологий Института физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск). Автор и соавтор более 150 научных работ, в том числе 3 монографий, и 7 патентов



РИЗАХАНОВ Ражудин Насрединович – кандидат физико-математических наук, начальник отдела нанотехнологий ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша» Федерального космического агентства (Москва). Автор и соавтор 92 научных работ и 5 патентов



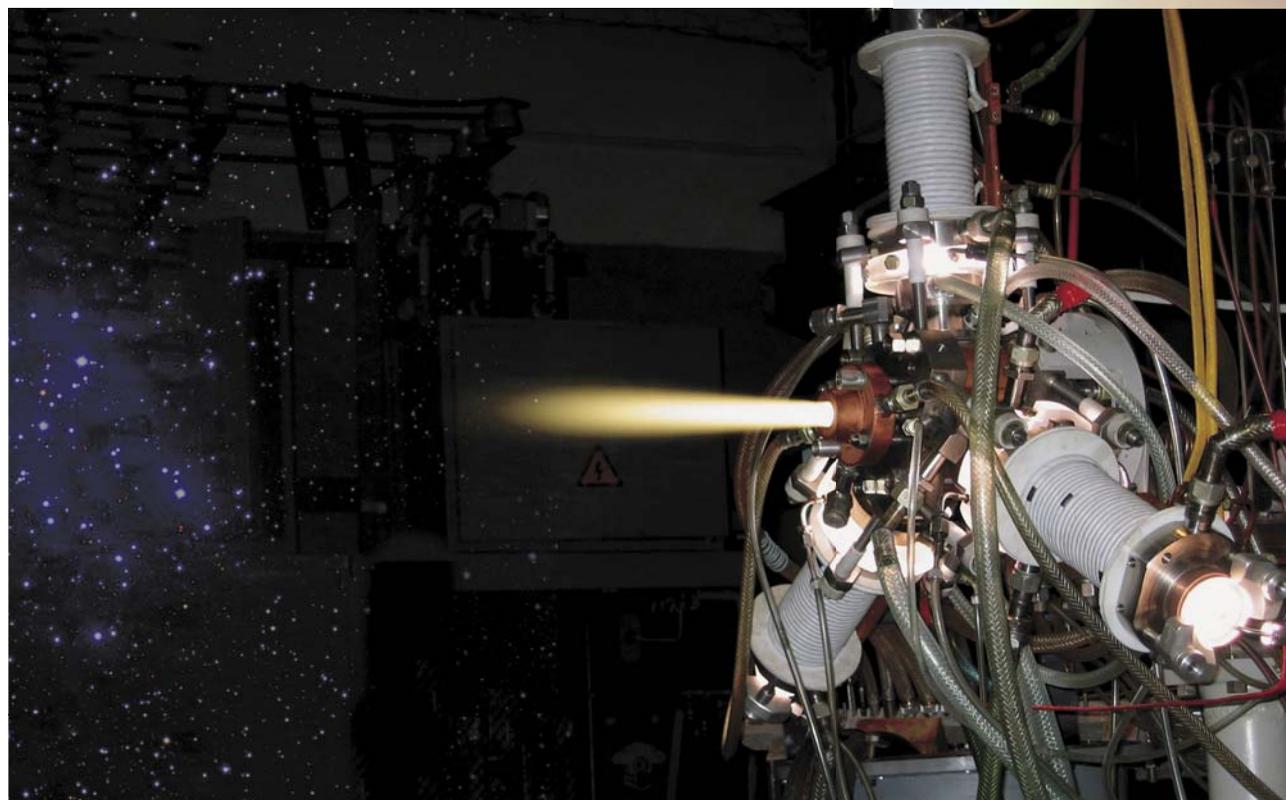
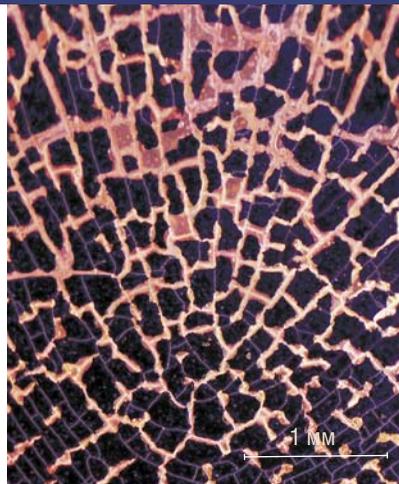
Ключевые слова: космос, ракета, теплозащитное покрытие, нанокompозит, магнетрон.  
Key words: space, rocket, heat-shielding coating, nanocomposite, magnetron

Сопло жидкостного ракетного двигателя с системой охлаждения представляет собой сложную конструкцию.  
На фото – экспериментальный макет сопла для исследования теплофизических характеристик

газовой завесы между стенками и центральной высоко-температурной областью плазменной струи. Кроме того, на внутреннюю поверхность стенок наносится защитное покрытие из жаропрочных материалов с низкой теплопроводностью, обычно керамическое.

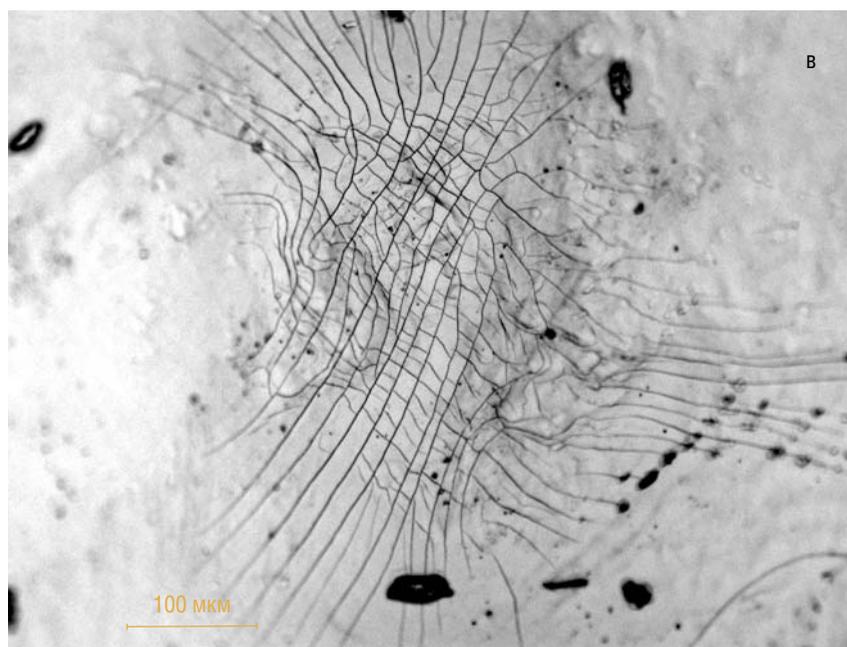
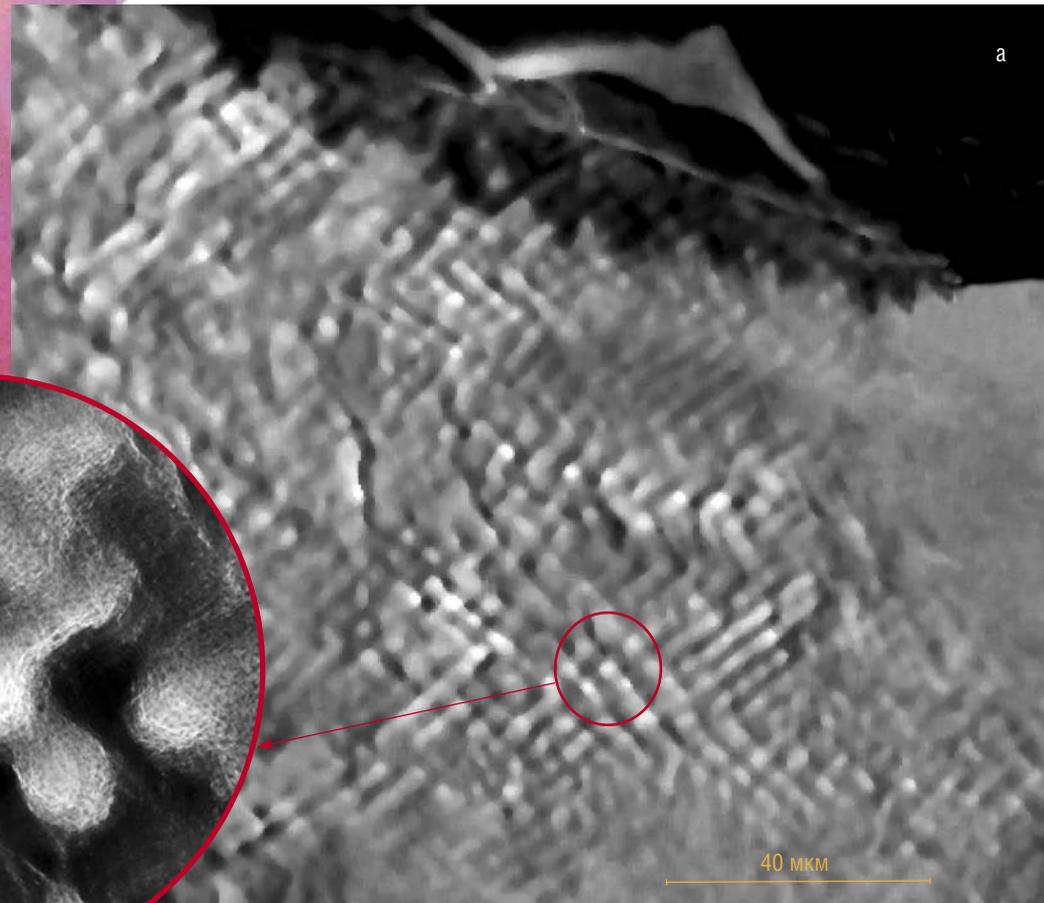
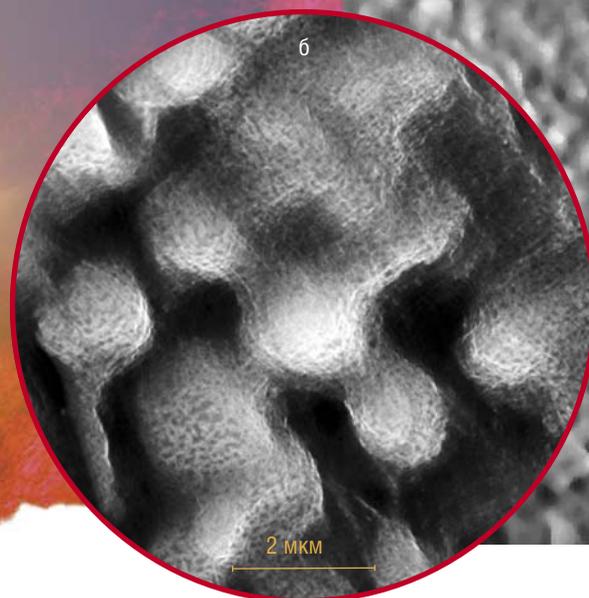
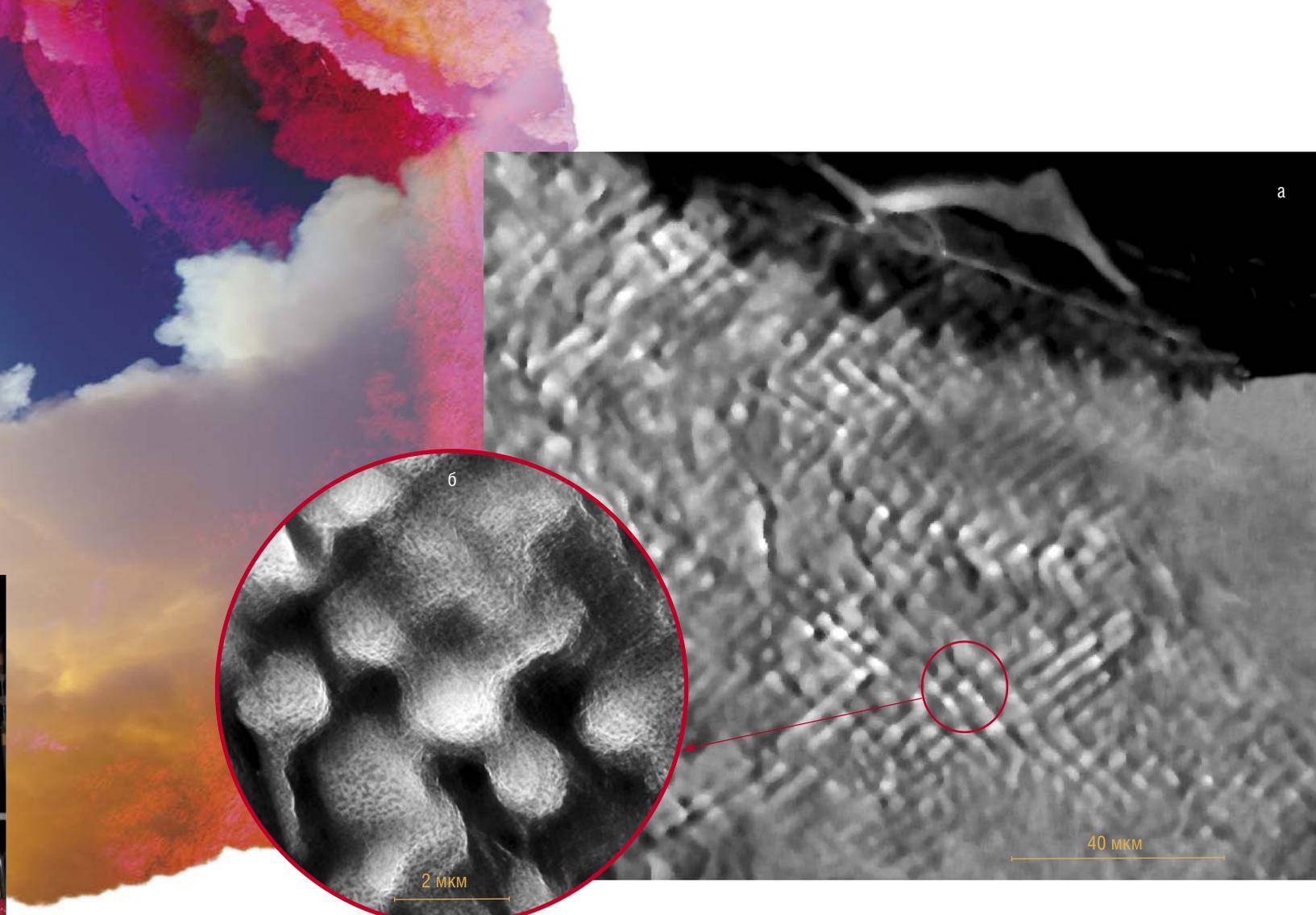
Тепловая нагрузка на корпус двигателя столь высока, что термозащитная система сохраняет устойчивость в течение лишь нескольких секунд. Суть проблемы в том, что из-за большого различия в коэффициентах термического расширения керамики и металла покрытие растрескивается и затем отслаивается.

Задержать процесс разрушения покрытия – непростая задача. Чтобы ее решить, необходимо рассчитать распределение температур в двигателе, динамику полей термических напряжений на границе раздела



«металл – керамика», что позволит смоделировать поведение создаваемого композиционного материала в экстремальных тепловых условиях. Наконец, требуется создать комплекс технологического оборудования для нанесения покрытий, которые будут адекватно реагировать на воздействия высокотемпературных плазменных потоков. Таким образом, даже простое перечисление требующих решения задач позволяет сделать вывод о сложнейшем, междисциплинарном характере проблемы.

Качество и стойкость теплозащитных покрытий проверяли в Исследовательском центре имени М. В. Келдыша на плазматроне мегаваттного класса. Образцы помещались вблизи сопла на оси плазменной струи с температурой 4000 К, скорость нагрева и охлаждения при термоциклировании достигала 500 К/с. Судя по результатам испытаний, менее чем через 40 циклов такого воздействия обычные керамические покрытия начинают отслаиваться от медной подложки (вверху). *Оптическая микроскопия*



Термические напряжения, возникающие на границе «металл – керамика», приводят к тому, что изначально гладкая поверхность металлической подложки становится похожей на терку (а). При большем увеличении можно заметить шаровидные выступы регулярной «твидовой» структуры (б), над которыми и начинает растрескиваться хрупкое керамическое покрытие. Модельный эксперимент с формированием очень крупного выступа металлической подложки позволил наглядно проиллюстрировать характер растрескивания, вызванного давлением изнутри (в). *Сканирующая электронная микроскопия*

Создать «умные» наноструктурные теплозащитные покрытия для сопла ракетного двигателя, которые позволят увеличить температуру плазменного потока, тягу ракеты и полезный вес выводимого на орбиту груза, запланировано в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 гг. Решение этой задачи позволит многократно увеличить ресурс работы ракетных двигателей, упростить их конструкцию и резко снизить себестоимость производства. В конечном счете речь идет о создании двигателей многократного использования.

Исполнителями этого раздела программы стали Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск) и ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр имени М. В. Келдыша» (Москва).

## Наношахматы выигрывают

Фундаментальные исследования томских ученых в области математического моделирования структурно-неоднородных сред при различных силовых и энергетических воздействиях выявили присущий сложным

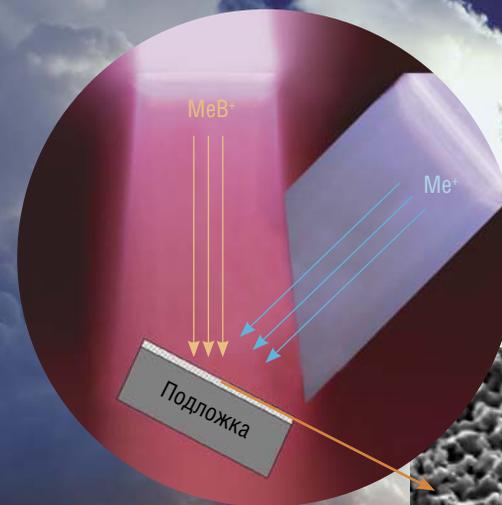
композиционным покрытиям эффект «шахматной доски» – чередования на границах раздела сред участков растягивающих и сжимающих нормальных и касательных напряжений\*. Теоретический анализ показал, что в условиях циклического термического воздействия на материал с керамическим покрытием именно растягивающие нормальные напряжения обуславливают отслаивание покрытия от подложки.

Электронные микрофотографии наглядно демонстрируют, как на границе (*интерфейсе*) «металл – керамическое покрытие» в строго периодическом «шахматном» порядке из металлической подложки экструдируются шаровидные выступы микронного размера. Они-то и оказывают на покрытие локальное давление, которое вызывает растрескивание керамики, не обладающей необходимой пластичностью в отличие от металла. Вдоль линии непрерывно растущих выступов формируются крупные магистральные разломы, что быстро приводит к нарушению целостности структуры всего покрытия.

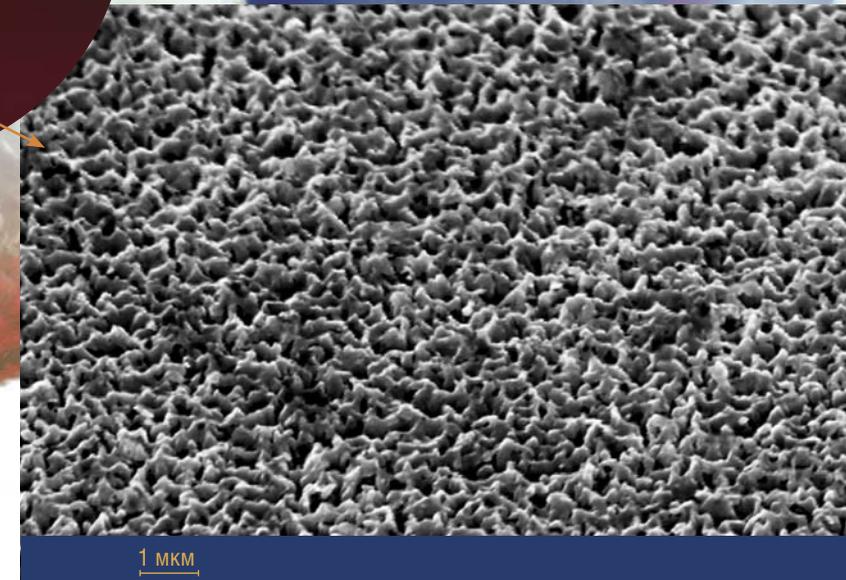
Численные расчеты температурных полей и связанного с ними распределения термических напряжений

\* Панин В. Е. Путь в глубины твердого тела // НАУКА из первых рук, 2010. № 33. С. 42–49.

Чтобы создавать «умные» многоуровневые покрытия, предназначенные для нанесения на поверхности деталей ракетно-космической техники, в ИФПМ СО РАН разработали и изготовили пилотный образец вакуумного импульсного ионно-магнетронного комплекса. Вещество покрытия синтезируется из материала композиционных мишеней и катодов на основе многоэлементных систем. Наносится покрытие путем распыления в режиме импульсного магнетронного и вакуумно-дугового разрядов при одновременном действии ионных пучков



«Наноструктурирование» поверхностного слоя подложки и промежуточных слоев покрытия происходит под сильноточным воздействием ускоренных ионов ( $Me^+$ ) и ионных комплексов тяжелых металлов ( $MeV^+$ ) (слева). Поверхность материала после такой обработки приобретает тонкопористую морфологию (внизу) с хорошими адгезивными свойствами для нанесения многослойного теплозащитного покрытия. Сканирующая электронная микроскопия



на границе раздела разнородных сред показали, что размер клеток «шахматной доски» и амплитуда растягивающих нормальных напряжений линейно снижаются с уменьшением толщины слоев. Максимально же уменьшить опасные растягивающие напряжения в нормальном направлении можно, если использовать тонкие наноструктурированные покрытия.

Моделирование также показало, что искусственно сформированная неоднородность в виде «шахматного» распределения наноклеток интерфейса с растягивающими нормальными и касательными напряжениями позволяет релаксировать опасные концентраторы напряжений в материале с покрытием за счет обратимых локальных структурно-фазовых превращений. Иными словами, при переменном высокотемпературном воздействии там происходит естественная структурная перестройка, которая приводит к наиболее эффективной адаптации распределения напряжений, способствующей сохранению целостности покрытия.

Таким образом, мультидисциплинарный подход к решению задачи позволил на основе физической мезомеханики, неравновесной термодинамики и физиче-

ского материаловедения разработать научные основы создания «самоорганизующихся» наноструктурных теплозащитных материалов – «умных» покрытий для сопел реактивных двигателей космических систем нового поколения.

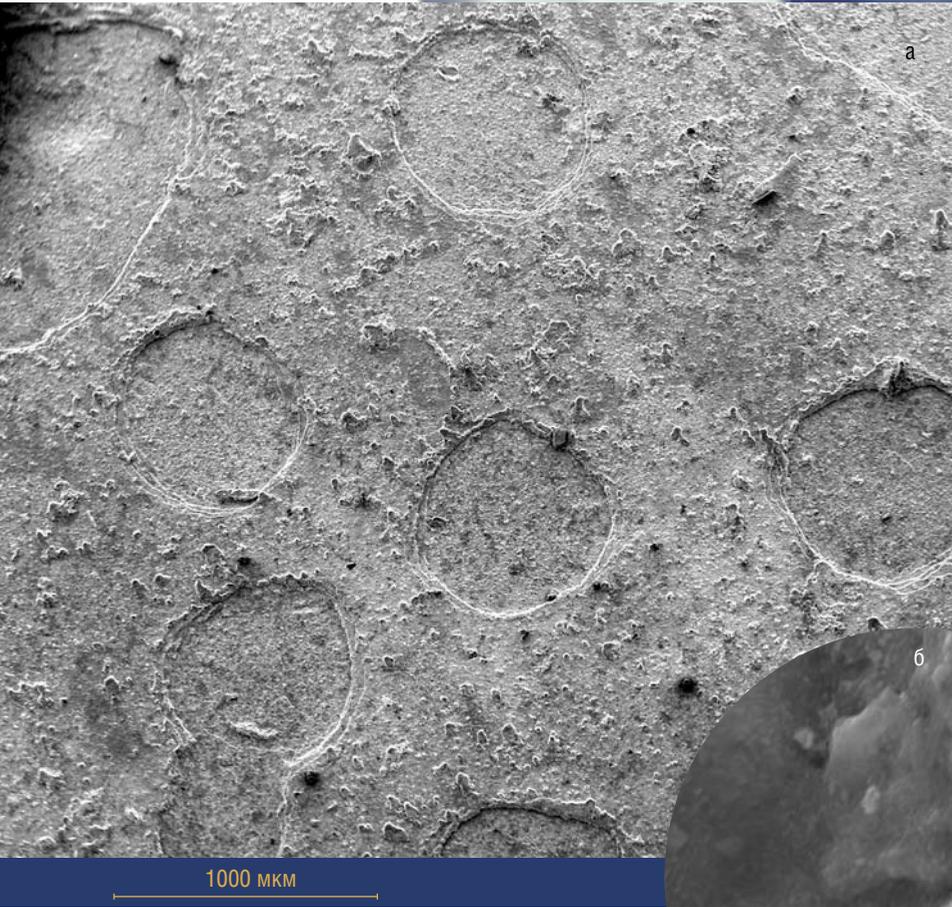
Следующий этап – разработка конкретных композиций теплозащитных покрытий и технологических основ их нанесения, а также тестирование экспериментальных образцов при облучении высокоэнергетическими плазменными потоками.

## Нано- и микро- вместо макро-

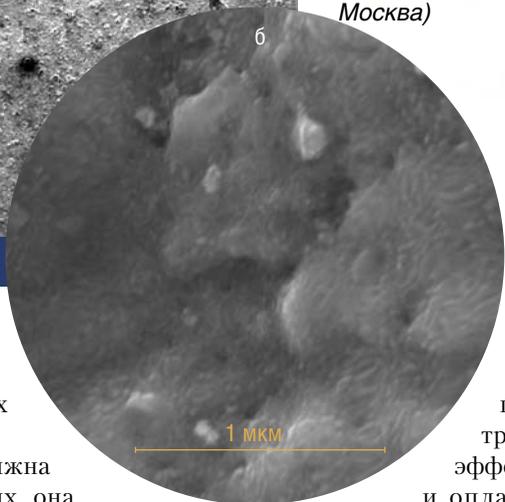
Для нанесения покрытий на опытные образцы в ИФПМ разработали и изготовили пилотный образец уникального вакуумного импульсного ионно-магнетронного комплекса, который не имеет зарубежных аналогов.

Исследования показали, что при воздействии плазменных потоков наиболее высокой термодинамической стойкостью обладает многоуровневое покрытие, которое состоит из нескольких функциональных слоев:





Плазмотронные испытания многоуровневых теплозащитных покрытий на наноструктурированной подложке показали, что при мощном тепловом воздействии на их поверхности появляются кольцевые эрозионные кратеры (а), но в целом покрытие не нарушается и сохраняет работоспособность. При большем увеличении видно, что морфология поверхности в области эрозионного кратера представлена гладкими структурами с как бы оплавленными краями. При этом нанотрещины залечиваются, а часть микротрещин оплавляется (б). Сканирующая электронная микроскопия (Исследовательский центр имени М. В. Келдыша, Москва)



прилегающего к металлической подложке нижнего пограничного слоя; внешнего слоя, контактирующего с плазмой, а также связующих промежуточных слоев.

Поверхность металлической подложки должна отвечать нескольким требованиям. Во-первых, она обязана обеспечивать хорошее сцепление с пограничным керамическим слоем. Во-вторых, в поверхностном слое подложки должно образовываться «шахматное» распределение растягивающих и сжимающих деформаций, которое при нанесении покрытия будет управлять формированием его структуры. При этом необходимо добиться максимально однородного распределения мелких концентраторов напряжений на границе «подложка – покрытие», чтобы свести на нет вероятность образования крупных концентраторов.

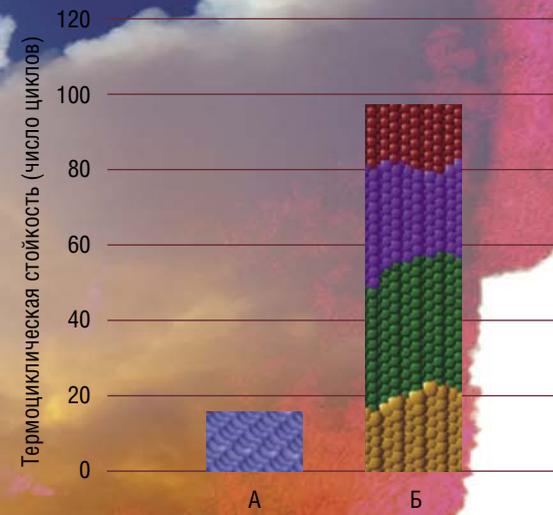
Последнее требование крайне важно – в условиях циклических термических нагрузок это качественно изменит характер процесса растрескивания покрытия. В керамическом слое над каждым концентратором напряжения будет образовываться «паутина» мелких кольцевых нано- и микротрещин, а не крупные магистральные трещины, нарушающие целостность покрытия.

Благодаря механизму «множественного нано- и микрорастрескивания, а также эффекту их залечивания и оплавления, покрытие будет намного дольше сохранять свои эксплуатационные характеристики.

В качестве эффективного инструмента подготовки металлической подложки был выбран поток тяжелых ионов. При таком «ионном легировании» происходит наноструктурирование поверхности подложки на глубину, сравнимую с толщиной самого покрытия. Следствием станет сближение значений коэффициентов линейного термического расширения подложки и покрытия, что снижает вероятность деформации последнего при термоциклировании.

### Керамическая броня

Верхний функциональный слой покрытия призван обеспечить защиту и безопасный режим эксплуатации нижележащих слоев при воздействии высокотемпера-



«Умные» теплозащитные покрытия выдерживают намного большее количество циклов «нагрев – охлаждение», чем обычные: А – стандартное покрытие на основе стабилизированного иттрием диоксида циркония; Б – многоуровневое нанокompозитное покрытие

турной плазмы. Для этого он должен обладать низкой теплопроводностью и иметь достаточную толщину, чтобы обеспечить эффективное снижение температуры по мере приближения к внутренним слоям покрытия.

Кроме того, этот слой должен иметь высокую химическую стойкость, чтобы не допустить окисления внутренних слоев. И наконец, последнее требование – высокая адгезия верхнего слоя к промежуточному и способность противостоять разрушительному трещинообразованию, чтобы предотвратить оголение внутренних слоев покрытия.

Согласно результатам исследований, всем этим требованиям наиболее полно отвечает наноструктурированная жаростойкая оксидная керамика. Наиболее же подходящим материалом для промежуточных слоев, несущих в основном механическую нагрузку, оказалась наноструктурная керамика с глобулярной структурой на основе оксинитридов металлов.

Такая керамика прочна, достаточно устойчива к термическому окислению и имеет самую низкую среди керамических материалов теплопроводность. И наконец, она обладает довольно высокой способностью противостоять процессу образования трещин при

термоциклировании за счет обратимых структурно-фазовых превращений.

Благодаря использованию таких промежуточных слоев в системе «покрытие – подложка» удается не только понизить амплитуду термических деформирующих напряжений в верхнем функциональном слое покрытия, но и, что более важно для эксплуатации, «поменять» их знак. То есть на стадии нагрева растягивающие деформации будут заменяться сжимающими, что ведет к «залечиванию» образовавшихся трещин и способствует повышению срока службы покрытия в целом.

Полученная в результате композиционная «броня» характеризуется высокими прочностными и релаксационными характеристиками, прежде всего за счет гибкой и «умной» связи между промежуточными слоями керамического покрытия и металлической подложкой. Приемлемыми оказались и эксплуатационные свойства покрытия, в том числе термическая и механическая стойкость при экстремальных нагрузках, усталостная долговечность, устойчивость к коррозии и т. д.

Качество многоуровневого теплозащитного покрытия, нанесенного на экспериментальные образцы с помощью вакуумной ионно-магнетронной установки, было испытано в циклах с быстрым нагревом до 1000 °С и последующим быстрым охлаждением до 20 °С. При этом термоциклическая стойкость новых покрытий оказалась почти на порядок выше, чем у лучших традиционных материалов.

Проверка работоспособности опытных образцов покрытий прошла успешно и при более жестких воздействиях на плазмотроне мегаваттного класса, где создавались условия, приближенные к реальным эксплуатационным.

В ближайших планах ученых – разработка технологии нанесения «умного» теплозащитного покрытия на реальные конструкции сопел. Перед ними стоит очень непростая технологическая задача – обеспечить однородность структурно-фазового состава покрытия на поверхности сложного профиля. Решение этой проблемы – еще один шаг к созданию космических систем будущего.

#### Литература

Панин В. Е., Егорушкин В. Е. *Наноструктурные состояния в твердых телах // Физика металлов и металловедение, 2010. Т. 110. № 5. С. 486–496.*

Панин В. Е., Сергеев В. П., Панин А. В. *Наноструктурирование поверхностных слоев и нанесение наноструктурных покрытий. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 286 с.*

Л. И. МОРОЗОВА

# Облака предвестники ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Образуемая облачными грядками сетка может появиться в сейсмоактивном регионе на любой стадии землетрясения. Охотское море. Снимок спутника Terra (NASA/GSFC, Rapid Response)

Атмосферные облака метеорологической природы не имеют четких линейных границ, поэтому неудивительно, что линейно протяженные гряды облаков, обнаруженные на спутниковых снимках начала космической эры, вызвали в научной среде интерес к этому феномену. После того как снимки сопоставили с картами разломов земной коры, стало понятно, что облачные аномалии связаны с геологическим строением, а именно – разрывными нарушениями земной коры. Хотя природа необычного явления пока неясна, накопленная информация позволяет использовать его на практике – для выявления сейсмоактивных регионов



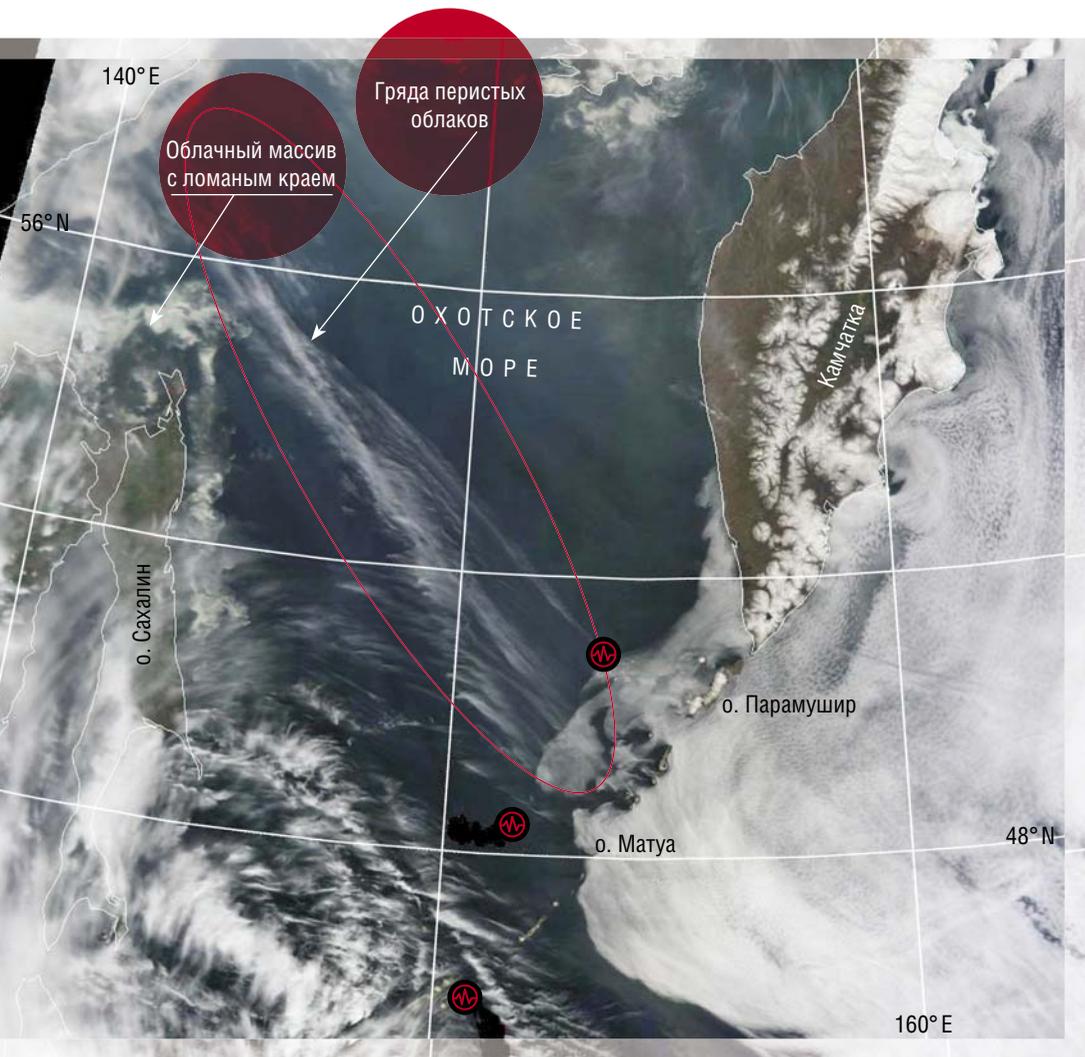
МОРОЗОВА Лидия Ивановна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории естественных геофизических полей Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор 42 научных работ и одного патента

В первой половине прошлого столетия во время полевых исследований французский геолог А. Шлюмберже (он работал в Альпах) и известные российские геологи И. В. и Д. И. Мушкетовы (в Средней Азии) обнаружили, что над разломами земной коры возникают облачные гряды, не сдуваемые воздушными потоками.

Физические принципы этого явления однозначно объяснить не удалось, что, однако, не помешало впоследствии, в 1970-х гг., найти ему широкое применение в космической геологии. На снимках Земли из космоса контуры облаков оказались достаточно выраженными, чтобы с помощью фотографий проводить картирование разломов в шельфовых зонах континентов. Снимки с грядами облаков использовал также известный геолог П. В. Флоренский для поиска нефтегазоносных областей на Средней Волге и п-ове Мангышлак на Каспии.

Благодаря спутниковым съемкам выяснилось, что протяженность линейных облаков может достигать нескольких сотен и даже тысяч километров. Вскоре обнаружили еще одно природное явление, сопоставимое с первым по значимости, но противоположное по характеру: размывание облачности над разломом (Морозова, 1980). Размывание облачности может проявляться двояко: либо в виде узкого просвета (каньона), возникающего в сплошном облачном покрове, либо посредством образования резкой неподвижной линейной границы облачного массива, надвигающегося на разлом. Все три

**Ключевые слова:** прогноз землетрясений, лито-атмосферные связи, линейные облачные аномалии, спутниковые снимки.  
**Key words:** earthquake forecasting, lithosphere – atmosphere coupling, the linear cloud anomalies, satellite images



Протяженная гряда перистых облаков верхнего яруса атмосферы (на высоте 12—14 км) возникла над разломом земной коры под Охотским морем. На следующие сутки на Курильских островах произошла серия мощных подземных сейсмических ударов, а через две недели – извержение вулкана на о. Матуа. Ломаный край облачного массива севернее о. Сахалин отражает геодинамическое взаимодействие группы коротких разломов. Фото сделано с ИСЗ Terra (NASA/GSFC, Rapid Response) 31 мая 2009 г.

вида необычной облачности получили общее название – *линейные облачные аномалии (ЛОА)*.

С одной стороны, очевидно, что это явление не может быть обусловлено исключительно атмосферными процессами, поскольку ЛОА привязаны к геологии местности – повторяют конфигурацию разломов земной коры. С другой – разломов существует великое множество, а на облачности почему-то отображаются лишь некоторые из них: периодически появляясь и исчезая, они «живут» в течение нескольких минут или часов, а иногда и более суток. По мнению академика Ф. А. Летникова (2002) из Института земной коры СО РАН, причина кроется в том, что разлом оказывает влияние на атмосферу только в моменты тектонической или энергетической активности.

Иначе говоря, линейные облачные аномалии имеют литосферную природу, и их появление служит сигналом, свидетельствующим о начале активизации геодинамических процессов. Такие процессы часто завершаются землетрясением, а значит, мониторинг ЛОА – это еще один возможный способ заблаговременно выявить надвигающуюся катастрофу.

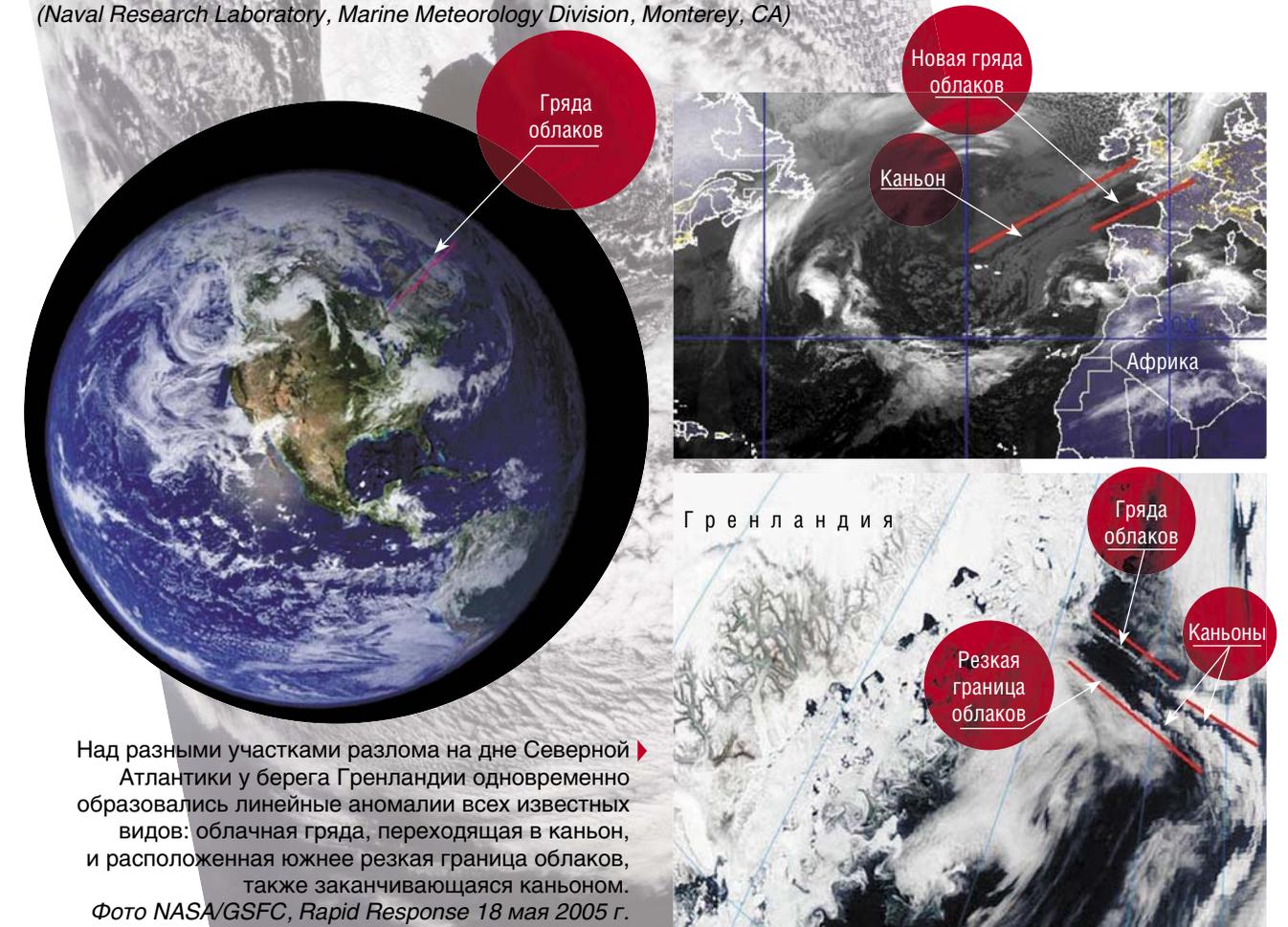
## Перед землетрясением

Начиная со времени, когда доступ к метеорологическим спутниковым снимкам открыли широкому научному сообществу (например, на сайте Федерального космического агентства России), до наших дней удалось накопить достаточно информации, чтобы установить взаимосвязь между надвигающимся землетрясением и определенным состоянием облачности. Так, было установлено, что рой ЛОА возникает за несколько часов (иногда 1–2 суток) до землетрясения (Морозова, 2008).

В некоторых случаях на одном и том же снимке над разными разломами или различными участками одного разлома имеются и гряды, и каньоны. По-видимому, геодинамическая активность может приводить как к генерации, так и к деградации облачности, в зависимости от состояния атмосферы.

Динамику процесса нарушения облачности излучением из разлома наглядно иллюстрируют снимки циклона, движущегося с материка в сейсмоактивную область мегаземлетрясения, случившегося в марте 2011 г.

Гряда облаков протянулась через всю Северную Атлантику – от п-ва Ньюфаундленд до Балтики (слева). 9 марта 2011 г. параллельно линии этой гряды образовался каньон протяженностью 3 тыс. км, а над Бискайским заливом сформировалась другая облачная гряда (справа). Фото сделаны с ИСЗ на геостационарной орбите (NASA/GSFC, Rapid Response) и с ИСЗ MultiSat (Naval Research Laboratory, Marine Meteorology Division, Monterey, CA)

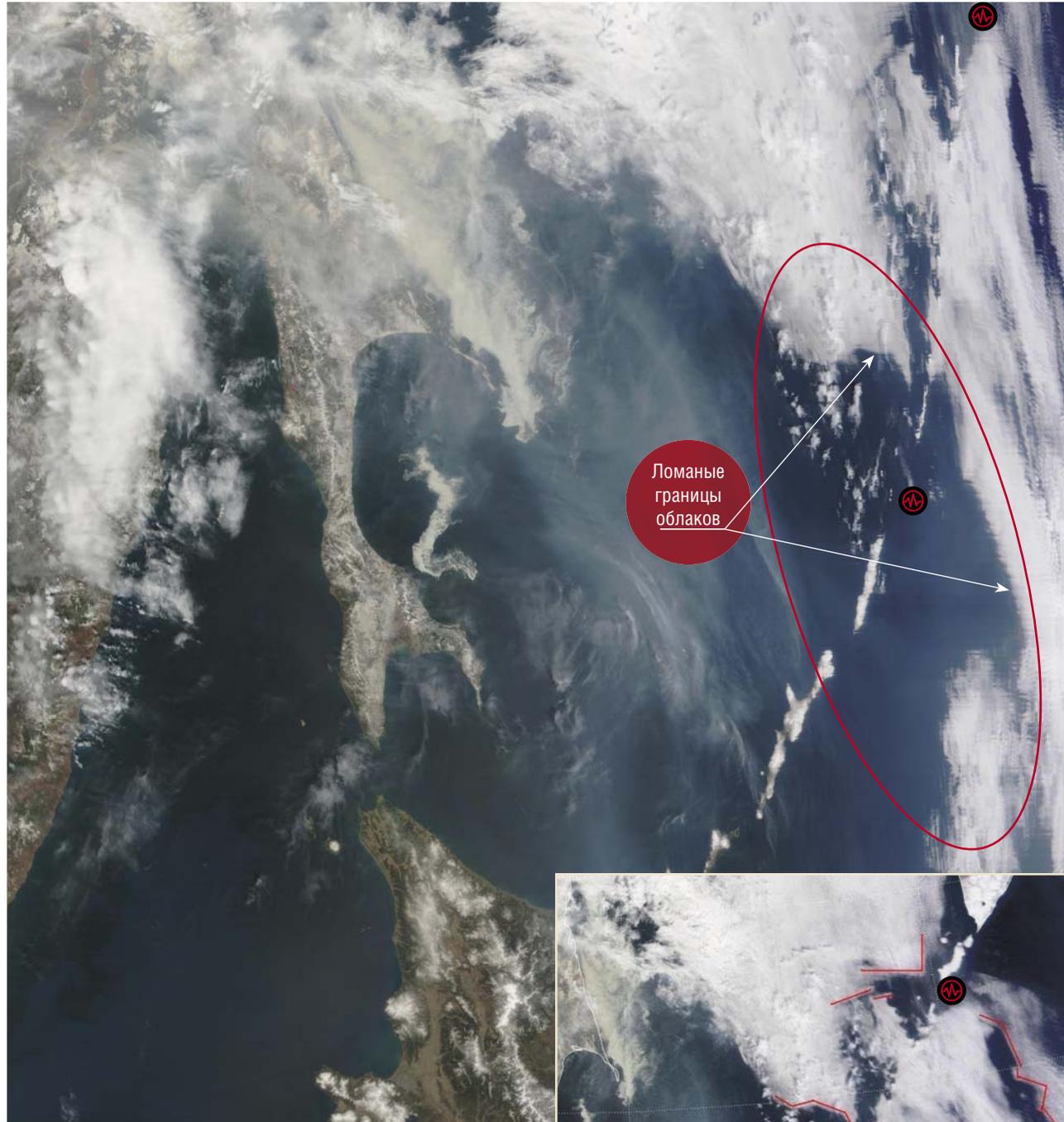


у берегов Японии. Пока циклон находился вне этой области, его вихревое облачное поле имело характерную округлую форму с размытым контуром. По мере смещения циклона в зону сейсмичности, когда на него стало воздействовать излучение из линейного разлома земной коры, в облачном поле циклона над разломом образовалась вертикальная стена, отобразившаяся на снимке в виде резкой линейной границы облачности.

Помимо линейных облачных аномалий, обусловленных воздействием разрывных нарушений литосферы, предвестником землетрясений также могут служить облачные массивы неатмосферной природы, возникающие в регионе очага накануне толчка. Предположительно, они обусловлены выбросом флюидов из недр. Эти «облака землетрясений» возникают как накануне

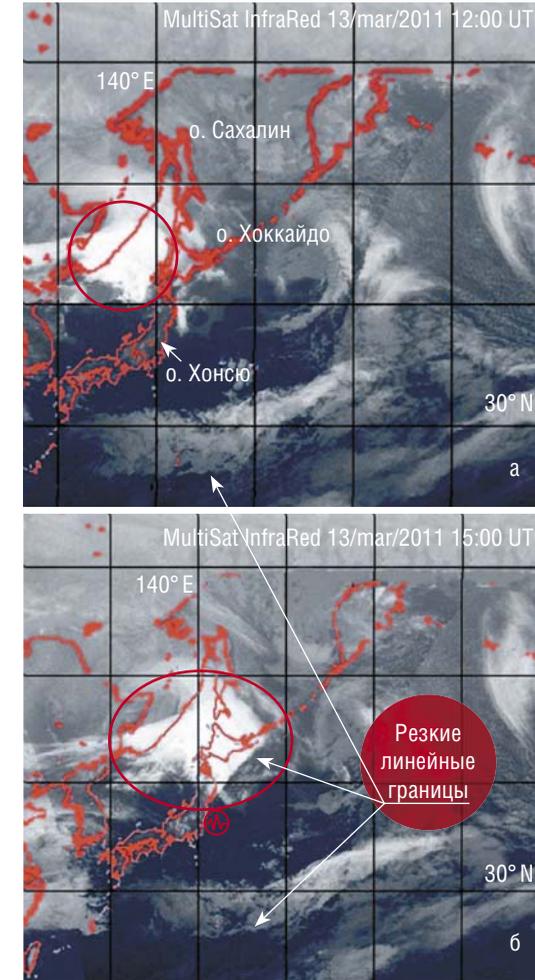
толчка, так и после него, и сохраняют свое положение в пространстве от нескольких часов до многих суток. Например, в период катастрофического землетрясения в Китае 12 мая 2008 г. короткая гряда таких облаков, возникшая за сутки до первого толчка над активным разломом вблизи эпицентра, наблюдалась более месяца, что свидетельствовало о сохранении сейсмической активности.

Аномальные облачные явления возникают и в результате техногенных землетрясений: наводимая сейсмичность инициирует активизацию разломов, и они становятся источниками мощного излучения. Так, например, сразу после подземного ядерного взрыва вокруг полигона наблюдались ЛОА, которые исчезали и вновь возникали на протяжении последующих



☞ – эпицентр землетрясения

Формирование резких угловатых границ облачных массивов в северной части Курильских о-вов предшествовало землетрясениям на всей островной гряде (2 мая – на Курилах и 3 мая – вблизи о. Хоккайдо). Фото сделаны с ИСЗ Terra (NASA/GSFC, Rapid Response) 30 апреля 2009 г.



Пока облачное поле циклона находилось вне сейсмоактивной области в период серии японских землетрясений 11—14 марта 2011 г., оно имело типичную округлую форму (а). Спустя 3 часа (б) этот циклон достиг активного разлома – и юго-восточная граница облачности стала аномально прямолинейной. Фото сделано с ИСЗ MultiSat (Naval Research Laboratory, Marine Meteorology Division, Monterey, CA) 13 марта 2011 г.

В течение трех часов над Японским морем сохранялось облако необычной конфигурации. Такая «облачность землетрясений» обусловлена выбросом флюидов из недр. Одновременно над мелкими островами южнее о. Кюсю возникла линейная аномалия. Фото сделано с геостационарного спутника NASA 28 марта 2011 г. (Naval Research Laboratory, Marine Meteorology Division, Monterey, CA)

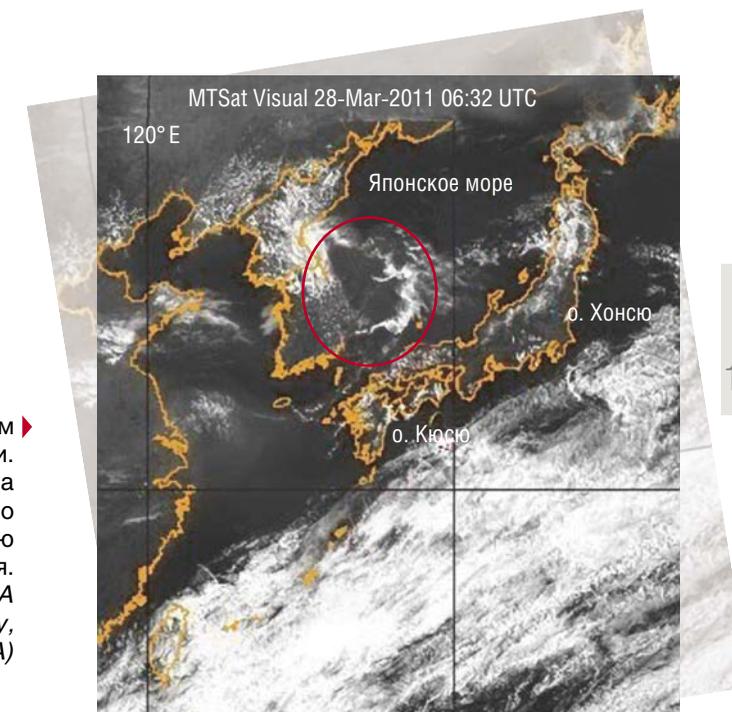
двух недель. Во время испытаний ядерного оружия в Северной Корее они появлялись преимущественно над разломами морского дна в ареале воздействия взрывов. Важно отметить, что по масштабу влияния на земную кору запуск баллистических ракет оказался равноценен небольшому ядерному взрыву.

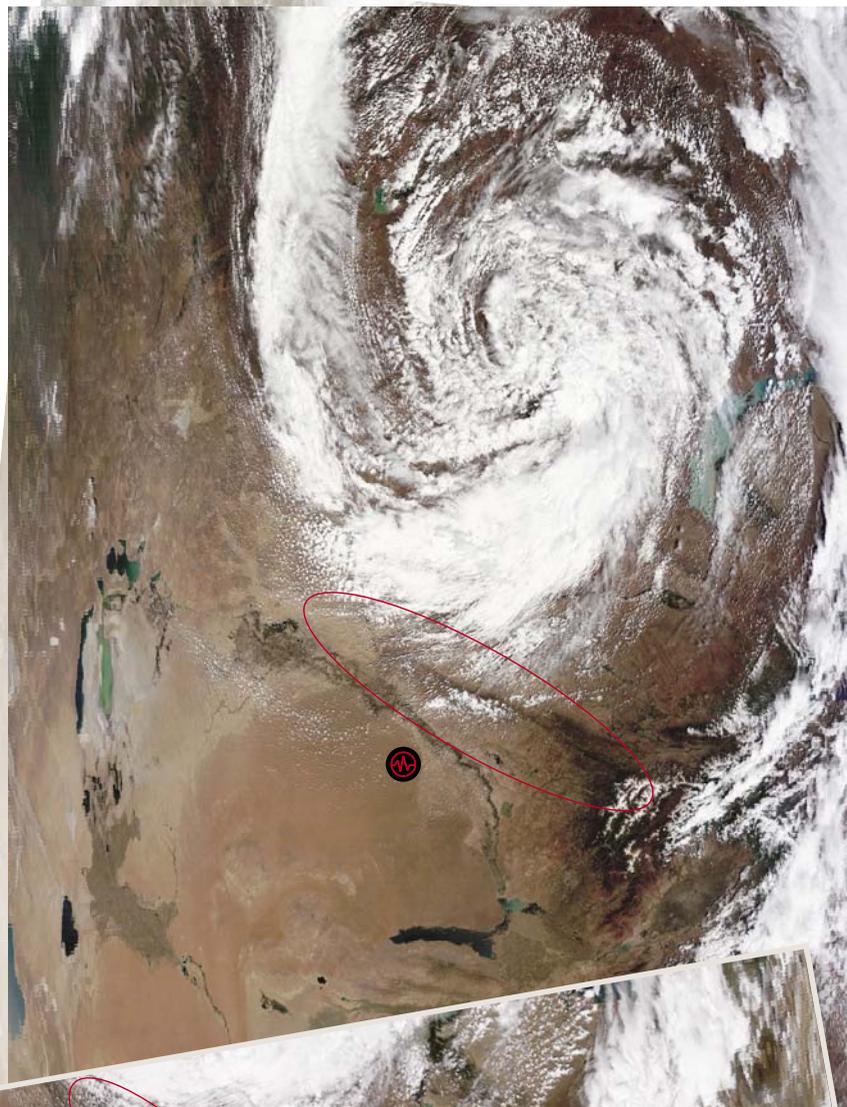
Таким образом, спутниковый мониторинг ЛОА позволяет осуществлять глобальный контроль испытаний мощного энергетического оружия даже при пасмурной погоде на полигоне. Такой контроль оптимален, поскольку нагляден, экологически чист и экономически эффективен.

### Волнение в небесах

Горные хребты и массивы создают крупные возмущения в распределении воздушных течений, облачности. Когда из-за неоднородностей рельефа на подветренной стороне горных хребтов образуются параллельные гряды облаков, в метеорологии это явление называют *орографической* облачностью. Воздушный поток пересекает горный хребет, и с его подветренной стороны формируются волны. В восходящих холодных потоках этих волн образуются гряды облаков, а в теплых нисходящих – безоблачные промежутки. Такие же волны в атмосфере возникают и за островами в океане – они хорошо видны на спутниковых снимках.

Если орографические облака распространяются по воздушному потоку в одном направлении, то гряды сейсмогенных облаков взаимно пересекаются, образуя



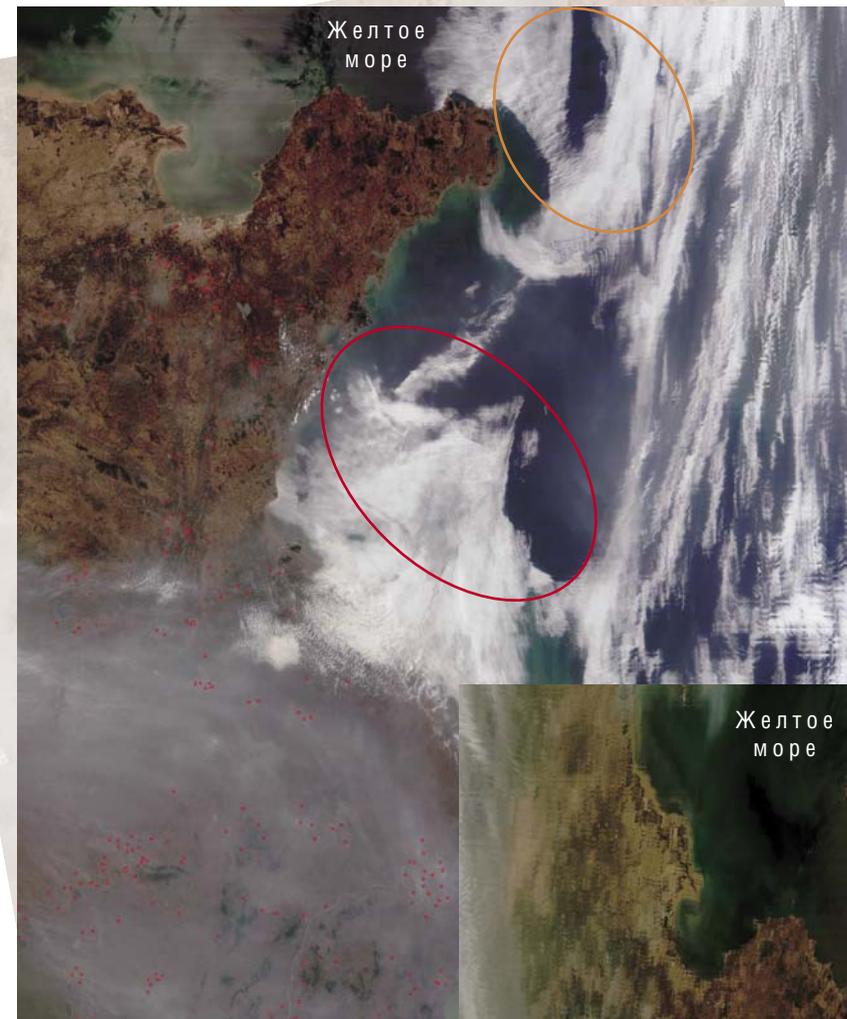


решетку. В период недавнего катастрофического землетрясения в Японии такая конфигурация облачных полей наблюдалась у Курильских островов, и это явление не могло быть вызвано орографическим влиянием или температурными неоднородностями над водной поверхностью. Сохранялась она не более двух часов, после чего на месте этой «сетки» остались только облачные полосы широтной ориентации (вдоль географической параллели – с запада на восток). Столь быстрая перестройка в атмосфере была обусловлена, по-видимому, большой энергетической мощностью литосферных процессов.

23 августа этого года произошло сильное землетрясение в штате Вирджиния (США), в 140 км от столицы государства. О предстоящем событии могли сообщить сразу два типа облачных предвестников, появившихся за сутки до первого подземного толчка. Над регионом

31 мая 2009 г. над Талассо-Ферганским разломом в Казахстане произошло размывание кучево-дождевой облачности в виде каньона. *Вверху* – вращающаяся облачная спираль начинает наплывать на разлом, над которым формируется каньон. *Внизу* – по мере того как облачная спираль наплывает на разлом, над ним все отчетливее проявляется каньон. Через полмесяца, 16 июня, вблизи разлома произошло землетрясение магнитудой 4,5. Фото сделаны с ИСЗ Terra и Aqua (NASA/GSFC, Rapid Response)

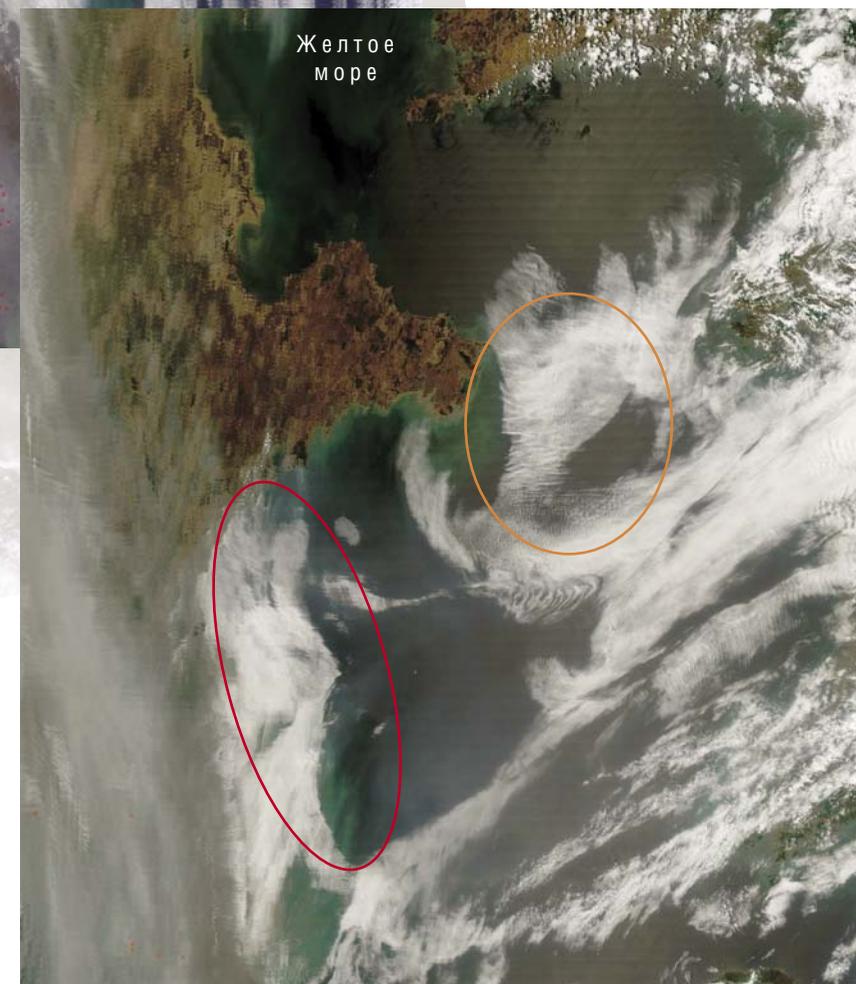
 – эпицентр землетрясения

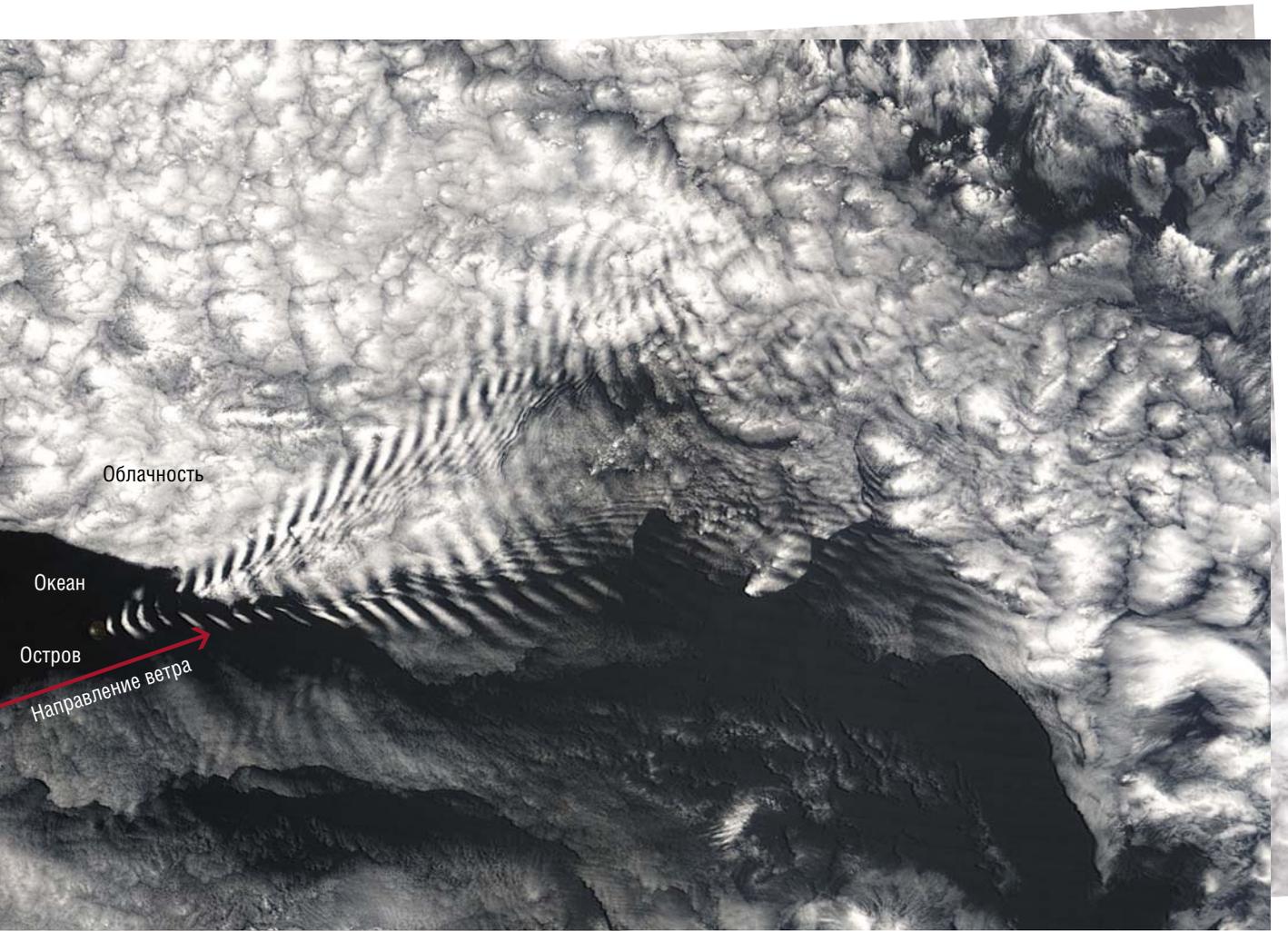


Запуск ядерных ракет ближнего радиуса действия с западного берега Корейского п-ва вызвал активизацию разломов морского дна, которые отобразились на облачных массивах в виде аномально линейных краев (*вверху*). *Справа* – метеорологические облака сместились, но возникшие аномалии сохраняются. Фото сделаны с ИСЗ Terra и Aqua (NASA/GSFC, Rapid Response) 29 мая 2007 г.

землетрясения на фоне «сетки» из облачных полос образовались более широкие безоблачные каньоны. Кроме того, в это же время протяженные ЛОА наблюдались на значительном расстоянии – в сотнях километров от этого региона, над Атлантическим океаном, – причем эпицентр располагался на продолжении наземной проекции одной из этих аномалий.

Появление облачных аномалий двух видов можно считать возможным краткосрочным предвестником землетрясения в регионе. Анализ статистических данных показал: вероятность того, что вскоре после обнаружения такого знамения действительно произойдет сейсмическое событие, составляет 77 %.





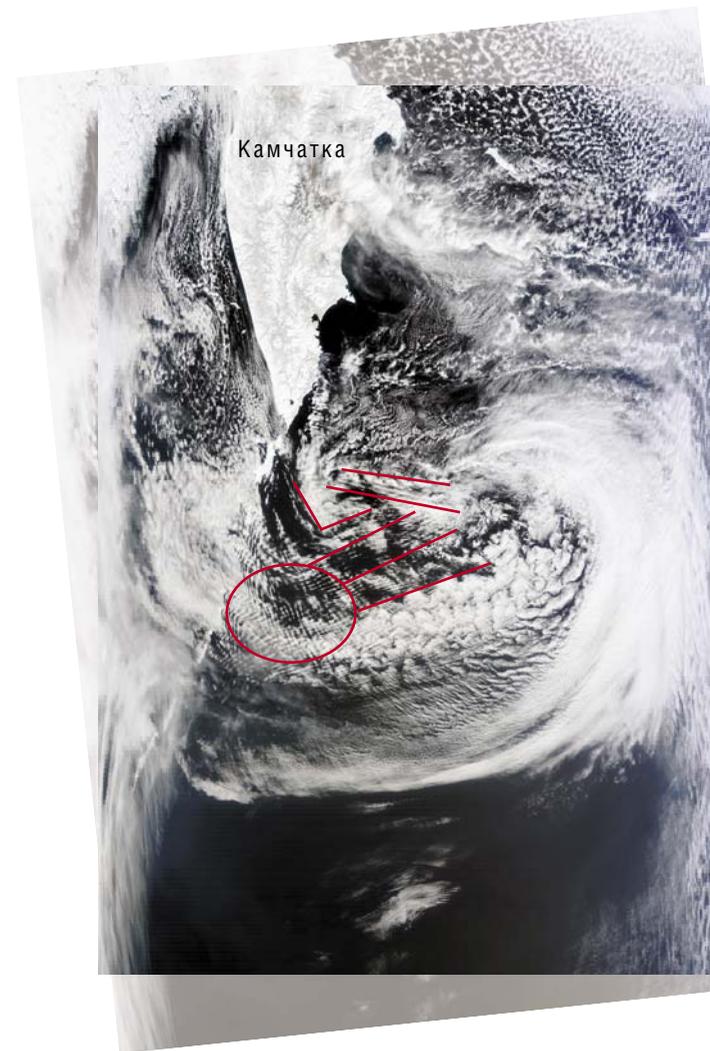
Иногда с подветренной стороны острова возникают орографические волны, обусловленные неровностями рельефа. Фото NASA, Visible Earth

## Орбитальные сторожа

Территория (или акватория), которая находится под влиянием сейсмического процесса, может быть весьма обширной. Значит, сделать достоверный прогноз разрушительного землетрясения можно только в тех районах, где постоянно действует система наблюдений за предвестниками, способная одновременно охватывать область радиусом не менее 500 км. К сожалению, существующие сети геофизического контроля способны охватывать территории в десятки раз меньше. В то же время зона радиовидимости спутникового центра может простираться на многие тысячи километров, поэтому наиболее подходящей системой слежения за глобальной сейсмической активностью представляется спутниковый мониторинг линейных облачных ано-

малий. Дистанционное зондирование Земли с орбит искусственных спутников достаточно точно определяет основные параметры атмосферы, в частности вертикальные и горизонтальные размеры облачных массивов. Этого достаточно, чтобы получить правильное представление о глобальных и региональных изменениях в системе «атмосфера – литосфера» в различных временных и пространственных масштабах.

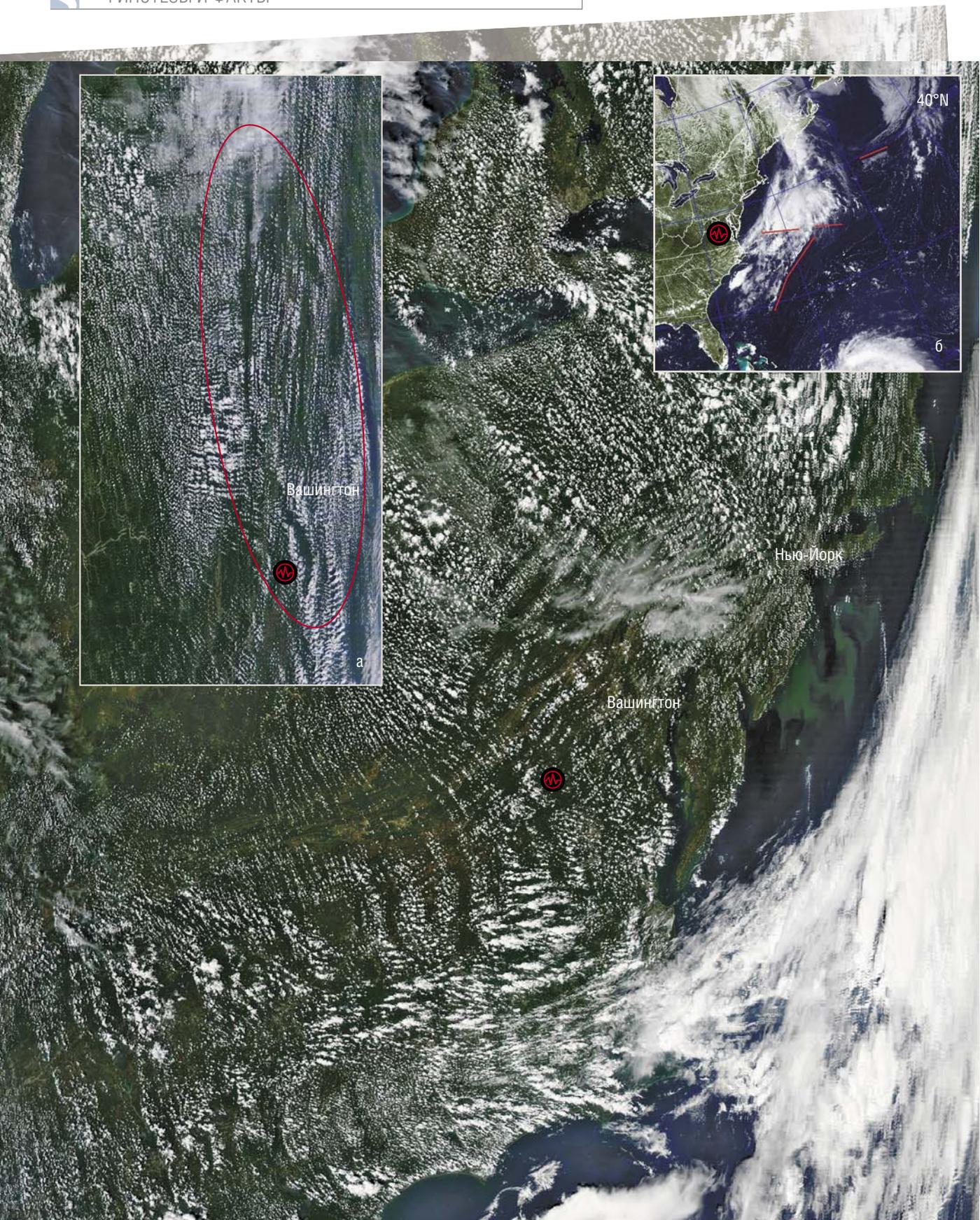
На спутниковых снимках с координатной привязкой дислокация ЛОА позволяет определить географическое расположение активизировавшихся разломов. По тому, как оно изменяется с течением времени, можно судить о направлении и скорости распространения напряжений в земной коре в региональном и



глобальном масштабе. На мелкомасштабных снимках, полученных с высокоорбитальных спутников, фиксируется территория, охватывающая несколько тектонических плит, что позволяет следить за их взаимодействием.

К счастью, осуществлять сейсмический мониторинг вполне по силам уже существующей глобальной сети спутников, с которых поступают данные для прогнозирования погоды. Регламент орбитальных наблюдений за облачным покровом Земли вполне удобен для оперативной регистрации ЛОА. Данные со спутников поступают в режиме непосредственной передачи, скорость обработки информации достаточно высокая, так что результат можно получить за считанные минуты.

«Сетчатые» облака, образовавшиеся вблизи северной части Курильской гряды после землетрясения в Японии, свидетельствовали о сохранении сейсмической активности в регионе (слева). И действительно, хотя через полтора часа вместо этой «сетки» остались только облачные полосы широтной ориентации (справа), на протяжении последующих 3 суток подземные толчки продолжались. Фото сделаны с ИСЗ Terra и Aqua (NASA/GSFC, Rapid Response) 11 марта 2011 г.



⊕ — эпицентр землетрясения

Исследование спутниковых изображений Земли позволяет получать информацию о протекающих в ее оболочках процессах в широком временном и пространственном диапазоне. Так, мелкомасштабные снимки со спутников, облетающих планету по дальним круговым орбитам, отличаются обзорностью. Такие снимки позволяют анализировать атмосферную динамику и связанные с ней литосферные процессы на огромных территориях. Несколько десятков геостационарных спутников с орбиты высотой около 36 тыс. км могут передавать изображения практически любого места поверхности Земли с часовым или получасовым интервалом. Крупномасштабные снимки со спутников *Terra* и *Aqua* в настоящее время уже используются для того, чтобы получать карты мелких, локальных ЛОА и изучать составляющие их виды облаков.

К сожалению, один только спутниковый мониторинг облачных аномалий помогает уверенно прогнозировать лишь регион и время начала землетрясения (с точностью до суток). Для того чтобы точно определить положение эпицентра землетрясения, необходимы комплементарные методы. Хотя, по словам члена-корреспондента РАН А.В. Николаева, председателя Экспертного совета по прогнозу землетрясений РАН, уже сегодня, «оставляя пока в стороне вопрос о возможном месте возникновения землетрясения, мы <...> увеличиваем вероятность точного предсказания времени возникновения землетрясения». Ближайшая цель – организовать синхронную регистрацию и совместную обработку ЛОА и сейсмических полей, что позволит в значительной мере усовершенствовать методику прогнозирования землетрясений.

За сутки до землетрясения 23 августа в США над штатом Вирджиния образовалась «сетка» из облачных полос. На ее фоне выделялись два более широких каньона, соединяющихся под углом (а). Пару часов спустя каньоны исчезли, но сетчатая структура облаков сохранялась и далее в течение некоторого времени. Фото сделаны с ИСЗ *Terra* и *Aqua* (NASA/GSFC, Rapid Response) 22 августа 2011 г. Одновременно линейные облачные аномалии появлялись и над разломами дна Атлантического океана (б) (Naval Research Laboratory, Marine Meteorology Division, Monterey, CA)

Значительную часть владений России занимают труднодоступные территории и акватории, поэтому дальнейшее развитие способов спутникового мониторинга природных явлений и катастроф – актуальная задача современной науки. Дальнейшее исследование обнаруженного атмосферного геоиндикатора сейсмического процесса не только принесет практическую пользу, но и расширит существующие представления о природе последнего. Разработка нового научного направления поможет открыть следующую страницу в изучении сейсмичности, разрывной тектоники, в осуществлении экологического контроля подземных ядерных взрывов.

*Литература*

Авенариус И.Г., Буш В.А., Трецов А.А. Использование космических снимков для изучения тектонического строения шельфов // *Геология и геоморфология шельфов и материковых склонов*. М.: Наука, 1985. С. 163–172.

Летников Ф.А. Синергетика среды обитания человека. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов / Под ред. А.Г. Гамбурицева. Т. 3. М.: Янус-К, 2002. С. 69–78.

Морозова Л.И. Проявление Главного Уральского разлома в поле облачности на космических снимках // *Исследование Земли из космоса*, 1980. № 3. С. 101–103.

Морозова Л.И. Спутниковый мониторинг: отображение и выявление геоэкологических аномалий и катастроф в Дальневосточном регионе России // *Инженерная экология*, 2008. № 4. С. 24–28.

Сидоренко А.В., Кондратьев К.Я., Григорьев Ал.А. Космические исследования окружающей среды и природных ресурсов Земли. М.: Знание, 1982. 78 с.

Флоренский П.В. Комплекс геолого-геофизических и дистанционных методов для изучения нефтегазоносных областей. М.: Недра, 1987. 205 с.

Morozova L.I. Satellite Meteorological Images as Carriers of Information on Seismic Processes // *Geol. of Pac. Ocean*. 2000. Vol. 15. P. 439–446.

Shou Z. Precursor of the largest earthquake of the last forty years // *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*. 2006. No. 41. P. 6–15.

Данные спутниковой съемки свидетельствовали о приближении землетрясения в Японии – <http://www.roskosmos.ru/main.php?id=2&nid=15949>

# ГЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЯ



## ОБСИДИАНА

*Вулканическое стекло – один из наиболее интересных геологических объектов, изучение которого позволяет пролить свет на протекающие в недрах Земли процессы формирования изверженных горных пород. С другой стороны, широкое использование обсидиана древними людьми на Дальнем Востоке России в качестве сырья для изготовления орудий дало возможность провести междисциплинарные исследования, которые позволили установить основные источники обсидиана в древних культурах региона и пути его транспортировки и обмена в доисторическое время*



КУЗЬМИН Ярослав Всеволодович – доктор географических наук, старший научный сотрудник лаборатории геoinформационных технологий Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 370 научных публикаций



ГРЕБЕННИКОВ Андрей Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории петрологии вулканических формаций Дальневосточного геологического института ДВО РАН (Владивосток). Автор и соавтор более 50 научных публикаций



ПОПОВ Владимир Константинович – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории петрологии вулканических формаций Дальневосточного геологического института ДВО РАН (Владивосток). Автор и соавтор 125 научных публикаций

Маар – воронкообразное или цилиндрическое углубление в земной поверхности, образовавшееся при вулканическом газовом взрыве.  
*Слева вверху* – маар Чаша в урочище Толмачев Дол, один из многочисленных источников обсидиана на Южной Камчатке.  
*Справа* – обломки обсидиана из маара Чаша



*Ключевые слова:* обсидиан, геохимия, петрография, доисторические источники, Дальний Восток России.  
*Key words:* obsidian, geochemistry, petrology, prehistoric sources, Russian Far East



Всем известная пористая *пемза* и полудрагоценный *обсидиан* относятся к группе необычных изверженных горных пород и минералов, объединяемых общим названием «вулканическое стекло». Эти посланники недр представляют собой «быстрозамороженный» магматический расплав, где, как и в жидкости, отсутствует свойственное кристаллическим веществам упорядоченное расположение атомных группировок. Благодаря такому аморфному строению природные стекла, и в первую очередь обсидиан, обладают замечательной способностью образовывать при ударе тонкие сколы с острыми режущими краями и легко поддаются обработке.

Подобные технологические качества «стеклянных камней» издавна привлекали человека. Начиная с эпохи палеолита, обсидиан был наиболее востребованным материалом для производства колющих и режущих орудий труда – скребков, ножей, наконечников стрел и копий. Позже его стали использовать для изготовления украшений, ритуальных фигурок, амулетов и даже каменных зеркал. Неудивительно, что на многих стоянках каменного века, расположенных в районах активного вулканизма, часто обнаруживаются артефакты, изготовленные из обсидиана.

Эти уникальные скопления образцов вулканического стекла, образовавшиеся благодаря деятельности первобытного человека, представляют огромный интерес для геологов. С другой стороны, исследуя эти доисторические изделия средствами геологии и геохимии, можно получить данные, недоступные археологам при использовании традиционных методов сравнительного анализа типологии предметов. Например, выяснить

При очень быстром застывании магматического расплава (например, при извержении в водную среду) его наружная часть сохраняет аморфную молекулярную структуру. Поверхностный слой застывшего лавового потока – так называемая *корка закалки* – представляет собой вулканическое стекло. Разнообразие цвета осколков вулканического стекла обусловлено примесями различных металлов

миграционные пути и способы обмена сырьем, оценить территориальные масштабы и периоды доисторических событий.

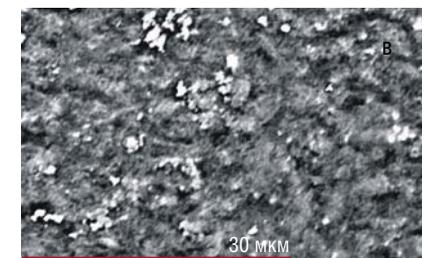
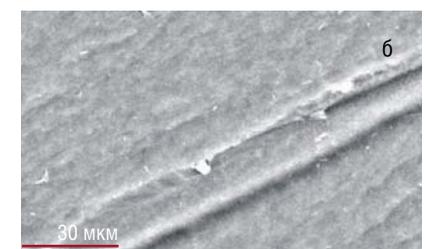
В течение последних пятидесяти лет такие работы проводились в Средиземноморье, Северной и Центральной Америке, Японии, на Ближнем Востоке. Что касается нашей страны, то подобные данные для древних культур Дальнего Востока – наиболее богатой обсидианом российской территории – были получены лишь в конце 1990-х гг. (Вулканические стекла..., 2000). Эти исследования велись неформальной группой, состоящей из геологов, археологов, палеогеографов и физикохимиков из Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск), Дальневосточного геологического института ДВО РАН (Владивосток), Университета Миссури (Колумбия, США) и Института геохимии СО РАН (Иркутск).

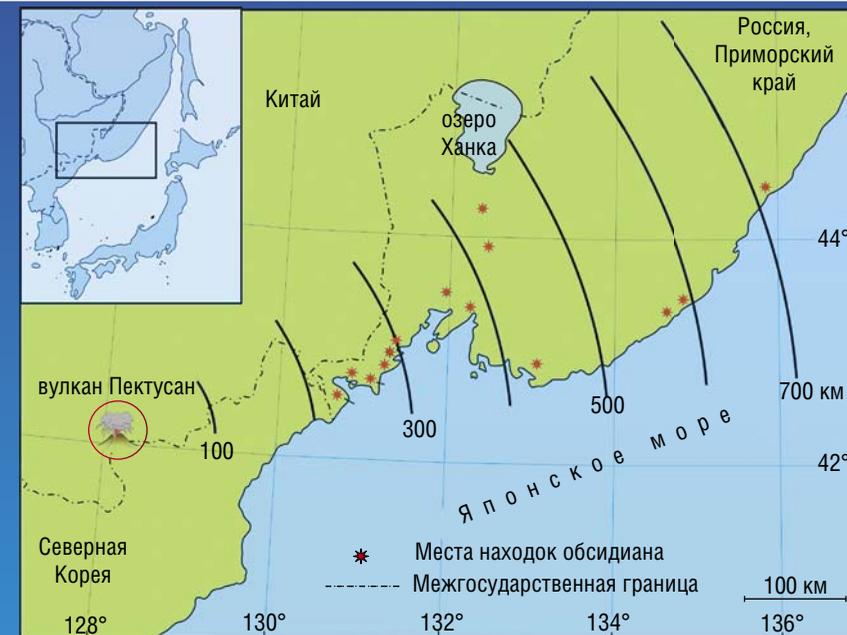
Стекловатые породы образуются при вулканических извержениях, когда происходит быстрое остывание магматического расплава. Скорость охлаждения (и, соответственно, отвердевания) зависит от вязкости магмы, которая, в свою очередь, определяется химическим составом и, прежде всего, содержанием кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) и летучих компонентов ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$  и др.).

Так, безводные и богатые кремнеземом кислые вязкие магмы при перерождении легко переходят в стеклообразное состояние, образуя «кислые стекла» – обсидианы и перлиты. В природе они встречаются наиболее часто – из них целиком состоят мощные лавовые потоки и пеплово-пемзовые отложения. Бедные же кремнеземом щелочные базальтовые лавы имеют более жидкую консистенцию. Застывая, они образуют не сплошные «стеклянные» глыбы, а лишь так называемые поверхностные корки закалки, да и то лишь когда лава очень быстро охлаждается, изливаясь в водную среду или внедряясь в ледник.

В любом случае образовавшаяся застеклованная масса очень слабо обменивается веществом с окружающей средой, поэтому вулканические стекла несут наиболее полную информацию о составе первичного магматического расплава. Благодаря этому свойству многочисленные образцы обсидиана можно распределить по нескольким вполне обособленным геохимическим группам. К настоящему времени разработано несколько принципов классификации, основанной на содержании микроэлементов: редкоземельные элементы, комплекс «гафний, рубидий, тантал» и др. По принадлежности образца к той или иной группе можно с высокой степенью достоверности судить о его происхождении из соответствующего первичного источника

Образовавшаяся при застывании лавового потока прочная «стеклянная» корка препятствует теплоотводу из внутренней части потока, поэтому материал охлаждается медленнее и успевает частично раскристаллизоваться. Вверху – структура сколов вулканического стекла, слагающего различные зоны закалки в лавовом потоке: внешнюю (а), промежуточную (б) и внутреннюю (в). Растровая электронная микроскопия





Образцы обсидиана, найденные в обширной области на юге российского Приморья, по химическому составу оказались близки к природным стеклам вулкана Пектусан, расположенного на границе Китая и Северной Кореи, на удалении до 700 км от места находок археологических артефактов.  
По: (Попов и др., 2005)

## Родом из Пектусана?

В континентальной части Дальневосточного региона «археологический» обсидиан представлен вулканическими стеклами *гиаломеланами*. Коренные выходы этих пород на поверхность, образующие первичные источники, встречаются всего на двух плато – Шкотовском на юге Приморья и Облучненском в Среднем Приамурье. Из вулканического стекла здесь слагаются корки закалки подушечных лав и их отдельные фрагменты, образовавшиеся 12–22 млн лет назад. При разрушении они дают большое количество обломков, которые могут увлекаться водными потоками и оседать в речных отложениях, формируя вторичные источники.

Гальки вулканического стекла являются постоянным компонентом руслового материала рек Шкотовского плато, где сегодня, как и в древности, можно собрать прекрасную коллекцию «стеклянных» образцов. Что же касается рек Облучненского плато, то заболоченность поймы и отсутствие здесь галечниковых кос даже в пределах базальтового покрова предопределило слабое распространение этого обсидиана в археологических памятниках Приамурья.

Однако на юге Приморья были также обнаружены изделия из обсидиана необычного для этой территории химического состава (Попов и др., 2005). Геологический возраст этого стекла оказался меньше 2 млн лет – но в местных коренных источниках к тому времени образование обсидианов давно закончилось. Разгадать происхождение уникальных образцов помогла история 37-летней давности, связанная с Пектусаном – един-

Из обсидиана легко вручную изготовить колющий и режущий инструмент. Именно в этом качестве вулканическое стекло использовал древний человек.  
*Артефакты из камчатских археологических памятников*

**Главные источники базальтовых обсидианов – подушечные лавы и гиалокластиты – образуются в результате излияния базальтового расплава в водную среду или ледниковую толщу; в природе они всегда встречаются вместе.**

**Подушечная лава, излившаяся под водой, представляет собой скопление округлых тел в виде «подушек», вдавленных друг в друга.**

**Гиалокластит – продукт дробления лавы, состоящий из остроугольных обломков вулканического стекла (гиаломелана) и раскристаллизованных минералов.**

**Современные вулканы являются уникальными природными лабораториями: они позволяют представить полную картину того, как в древние геологические эпохи происходило образование подушечных лав и гиалокластитов.**

**В настоящее время эти процессы происходят на вулкане Килауэа (о. Гавайи, США), где потоки базальтовой лавы достигают открытого моря. Относительно недавно – весной 2010 г. – произошло подледниковое базальтовое извержение вулкана Эйяфьялайокуль (Исландия)**

ственным вулканом континентальной Восточной Азии, проявившим активность в нашу эпоху.

Этот вулкан находится в 200 км от самой южной точки российского Дальнего Востока, прямо на границе Китая и КНДР. Судя по данным северокорейских геологов, на южных склонах Пектусана имеются многочисленные коренные выходы обсидиановых пород, формирование которых происходило как раз в период 0,6–2,2 млн лет назад (Попов и др., 2005). Однако из-за сложной политической обстановки российским ученым пока удалось посетить лишь северную (китайскую) сторону вулкана. К счастью, в Институте археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) сохранились два образца обсидиана из района Пектусана, подаренные северокорейскими археологами академику А. П. Окладникову во время его визита в их страну в 1974 г.

Исследование показало, что корейские обсидиановые артефакты принадлежат к той же геохимической группе, что и некоторые южноприморские орудия. Удивительно то, что обломки вулканического стекла с китайской стороны вулкана по химическому составу заметно отличаются от «корейского» обсидиана, причем «китайские» стекла по своим свойствам оказались малопригодны для индустрии каменного века (Попов и др., 2005). В результате пока невозможно ни подтвердить, ни опровергнуть гипотезу о том, что коренной источник приморского археологического обсидиана находится на вулкане Пектусан. Остается лишь надеяться, что эта тайна будет в ближайшие годы раскрыта.

## Камчатские анонимы

Настоящей Меккой для исследователей вулканического стекла оказалась Камчатка; недаром здесь, по данным геологической съемки, насчитывают около трех десятков выходов высококачественного обсидиана, часть из которого может использоваться в ювелирном деле. В качестве наиболее ярких примеров можно назвать Иткаваямское месторождение на севере Срединного хребта, представляющее собой мощный (толщиной 200 м) лавовый поток, излившийся из вулкана Обсидиановый, а также декоративные обсидианы оз. Палана и маара Чаша в урочище Толмачев Дол.

Исследователям удалось получить свыше 400 образцов камчатского обсидиана из коренных источников и археологических памятников. По результатам анализа образцы были разделены на 16 обособленных геохимических групп, отличающихся по составу редкоземельных элементов (Grebennikov et al., 2010). Пока среди них однозначно удалось идентифицировать обсидиан лишь шести известных коренных источников, которые использовал древний человек для добычи каменного сырья. Наиболее показательны два – Паялпан и Иткаваям, расположенные в центральной части Срединного хребта. Эти источники обсидиана связаны с целым рядом археологических памятников, находящихся зачастую на значительном удалении от них – до 560 км по прямой линии.

Еще семь геохимических групп представлены только археологическими образцами; это означает, что их коренные источники пока не обнаружены. Это и



На Шкотовском плато в Приморском крае после массового извержения платобазальтов 12–13 млн лет назад началось формирование современной речной системы. В результате эрозии на бортах речных долин постоянно обнажаются, формируя крутые уступы, изверженные горные породы – подушечные лавы и гиалокластиты, главные источники базальтовых обсидианов



В Приамурье, в междуречье р. Урил и р. Мутная базальтовый покров сохранился лишь на водораздельных гребнях. Один из коренных выходов подушечных лав и гиалокластитов открылся здесь в ходе дорожных работ на автомобильной трассе «Амур»

неудивительно, ведь даже некоторые из известных коренных проявлений обсидиана еще полностью не изучены по причине труднодоступности. Особенно это относится к вулканам Срединного хребта, расположенным за сотни километров от дорог и населенных пунктов.

Тем не менее, на основе анализа микроэлементного состава камчатских обсидианов удалось выявить их поперечную – от побережья Охотского моря к Тихому океану – геохимическую зональность. Это явление объясняется тем, что «кислые» вулканические стекла Срединного хребта, Восточно-Камчатского вулканического пояса и Южной Камчатки наследуют химические особенности связанных с ними базальтов. В результате удалось предсказать возможное местонахождение неизвестных источников обсидиана для каждой из семи «археологических» групп. Это позволяет в дальнейшем более целенаправленно изучать вулканические стекла полуострова.

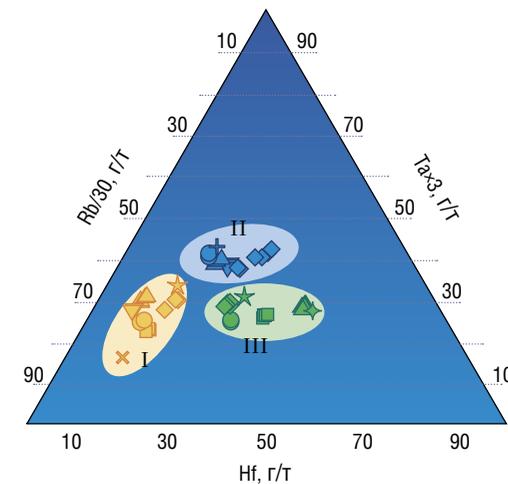
В результате многолетнего тесного сотрудничества геологов и археологов удалось установить, что эксплуатация источников вулканического стекла древним человеком на Дальнем Востоке России началась еще в палеолите: не позднее 19 тыс. лет назад на Сахалине и около 12 тыс. лет назад на Камчатке, в Приморье и Приамурье. Интересно, что в те времена люди часто использовали обсидиан не из одного, самого близкого к стоянке, источника, а из 3–7 открытых проявлений вулканического стекла, зачастую отстоящих друг от друга на сотни километров (Kuzmin et al., 2008).

Удалось установить и особенности миграций древнего человека, связанных с добычей и обменом этого ценного каменного сырья. Например, между о. Хоккайдо и о. Сахалин обсидиановый обмен начался в эпоху, когда уровень моря был примерно на 100–120 м ниже современного и пролива Лаперуза еще не существовало. Но и позднее, когда ширина пролива уже достигала

40 км, сырье с Хоккайдо продолжало поступать на Сахалин, о чем свидетельствует присутствие обсидиана в археологических памятниках этого времени (10–11 тыс. лет назад).

Другой пример – японский обсидиан из источника на о. Кюсю, который около 25 тыс. лет назад «поставлялся» в Корею. В это время остров от континента отделял пролив шириной около 20 км. А около 4 тыс. лет назад этот обсидиан проник на о. Окинава и далее на юг, что свидетельствует об еще более дальних миграциях по воде. Приведенные факты подтверждают предположение, что в указанном регионе у человека в то время имелись транспортные средства для преодоления водных преград.

Таким образом, можно считать установленным, что уже в палеолите (10–24 тыс. лет назад) в Северо-Восточной Азии существовал целый ряд древних «логистических сетей», по которым обсидиан передвигался от источников к местам утилизации напрямую либо путем промежуточного обмена. Дальность этих миграций постоянно росла, достигнув в неолите (3–10 тыс. лет назад) тысячи и более километров.



По различиям в содержании редкоземельных элементов в геологических и археологических образцах камчатского обсидиана выделено 18 геохимических групп. На диаграмме по концентрации трех ключевых элементов (Rb – Hf – Ta) образцы объединяются в компактные кластеры, соответствующие разным зонам региона: I – Восточная Камчатка; II – Южная Камчатка; III – Срединный хребет. Это позволяет производить предварительную географическую привязку образцов вулканического стекла, для которых пока неизвестны коренные источники. По: (Grebennikov et al., 2010)

Работа поддержана грантами РФФИ-ДВО РАН (проект № 06-08-96012), ДВО РАН (проект № 06-III-F-08-319) и АФГИР (проект № RG1-2538-VL-03). Авторы благодарят сотрудников Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск), Института геохимии СО РАН (Иркутск), Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и Камчатского геологического управления (Петропавловск-Камчатский), а также к.и.н. А.В. Пташинского (Камчатский госуниверситет), д.и.н. М.А. Дикову (Кирьяк) (Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН, Магадан) за помощь в сборе образцов

В работе использованы фото авторов

Литература

Вулканические стекла Дальнего Востока России: геологические и археологические аспекты / Ред. Я.В. Кузьмин, В.К. Попов. Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2000. 168 с.  
 Попов В.К. и др. Геохимия вулканических стекол вулкана Пектусан // Доклады РАН, 2005. Т. 403. № 2. С. 242–247.  
 Grebennikov A. V. et al. Obsidian provenance studies on Kamchatka Peninsula (Far Eastern Russia): 2003–9 results // Crossing the Straits: Prehistoric Obsidian Source Exploitation in the North Pacific Rim. Oxford: Archaeopress, 2010. P. 89–120.  
 Kuzmin Y. V. et al. Obsidian use at the Ushki Lake complex, Kamchatka Peninsula (Northeastern Siberia): implications for terminal Pleistocene and Early Holocene human migrations in Beringia // Journal of Archaeological Science. 2008. V. 35. P. 2179–2187.



# «НОЕВ КОВЧЕГ» для дикуши

В тайге выращенных в вольере дикуш выпускают на специальные подкормочные площадки. Здесь птицы кормятся и дремлют, отдыхая после длинной дороги из питомника. Такое поведение обычно и для диких птиц, которые частенько дремлют на деревьях между кормежками

*Один из путей сохранения биологического разнообразия – разведение животных в неволе и создание искусственных популяций, которые в дальнейшем могут использоваться для восстановления их численности в естественной среде обитания. Проблема разработки технологий содержания, разведения и возвращения животных в природу особенно актуальна для редких и исчезающих видов. Именно таким видом является дикуша – таинственный «краснокнижный» обитатель дальневосточной тайги*

*Ключевые слова:* разведение птиц, вольеры, дикуша, искусственная популяция, интродукция.  
*Key words:* breeding of the birds, open-air cages, Siberian Grouse, artificial population, introduction



ШИЛО Владимир Александрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии сообществ позвоночных животных, заведующий Карасукским научным стационаром Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 30 научных работ



КЛИМОВА Светлана Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории экологии сообществ позвоночных животных Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск). Сфера научных интересов: сохранение и разведение редких и исчезающих видов диких животных. Автор и соавтор 13 научных работ

**Н**аибольший интерес у посетителей Карасукского научного стационара Института систематики и экологии животных СО РАН, от местных школьников до маститых зарубежных ученых, всегда вызывает своеобразный «Ноев ковчег» – большой вольерный комплекс, где в условиях неволи содержатся редкие (и не очень) виды птиц. Здесь исследователи имеют возможность изучать особенности биологии этих видов и разрабатывать приемы их содержания и разведения. Все исследования в питомнике проводятся в тесном содружестве с Новосибирским зоопарком, который не только поставляет основное поголовье животных, но и обеспечивает большую часть финансирования этих весьма затратных работ.

Особую гордость вызывает созданная здесь успешно размножающаяся популяция дикуши, редкого таежного вида тетеревиных. Эта вольерная популяция – единственная в мире, хотя попытки разводить дикуш в условиях неволи предпринимались неоднократно как в России, так и за рубежом.



Дикуша (*Falci pennis falci pennis*, Hartlaub, 1855) – таежный вид семейства тетеревиных, обитающий в материковой зоне российского Дальнего Востока и на о. Сахалин. В конце 1970-х гг. дикуша еще встречалась и на севере Китая.

Вес взрослых птиц достигает 650—700 г. Спокойное поведение, молчаливость и маскирующая окраска оперения делают их незаметными в кроне деревьев. Дикуши полигамны, самцы не участвуют в выращивании потомства. Самка откладывает 7—8 яиц в гнездо на земле. Выводок держится с матерью до осени, пока птенцы не станут полностью самостоятельными.

Дикуша очень чувствительна к изменениям среды обитания, связанным с ведением лесного хозяйства, особенно к крупномасштабным сплошным рубкам. Поэтому ее современный ареал, состоящий из трех небольших изолированных участков, продолжает неуклонно сокращаться. Вид занесен в Красные книги РФ и Китая, а также в Красную книгу Международного союза охраны природы (МСОП)

### Ручная, как дикуша

Сложность содержания дикуш в неволе связана в первую очередь с узкой кормовой специализацией вида. В природе в течение всего года эти птицы питаются преимущественно хвоей ели и лиственницы, обогащая свой рацион сезонными кормами, такими как ягоды и семена растений, а также небольшим количеством свежей зелени и животным кормом в виде членистоногих.

Чтобы дикуши при содержании в неволе не утратили способности питаться естественными кормами, в питомнике Карасукского научного стационара ИСиЭЖ СО РАН наряду с традиционными технологичными кормами – комбикормом, зерновой смесью, мучными червями и др. – используют природные: хвою ели и лиственницы на ветках, различные ягоды. На таком рационе дикуши вольерной популяции успешно живут и размножаются уже в двенадцатом – пятнадцатом поколениях.

Еще одна трудность разведения дикуш в неволе связана с их чрезвычайно высокой восприимчивостью

Самка дикуши и в неволе – хорошая мать. Пока все птенцы не вылупятся, она практически безвылазно сидит на гнезде. Первые появившиеся на свет и уже обсохшие птенцы гуляют около матери, пока не замерзнут, а затем вновь возвращаются в тепло гнезда (справа). Семья покидает гнездо, только когда все птенцы вылупятся и окрепнут. Слева – самка дикуши, устроившаяся на ночлег в кроне ели. Маслянинский р-н, НСО

К весне у самца дикуши брови становятся ярко-красными, а поведение резко меняется. Смелый и агрессивный, он начинает активно защищать свою территорию, даже если она ограничена площадью вольеры (внизу)





### В КРАЮ СТЕПЕЙ, ЛЕСОВ И ОЗЕР

Недалеко от с. Троицкое (Карасукский р-н, Новосибирская обл.), на берегу одного из многочисленных озер расположено необычное поселение из двух десятков разномастных домиков и странных сетчатых сооружений. Это Карасукский научный стационар Института систематики и экологии животных СО РАН. В состав стационара помимо лабораторных и жилых помещений входит и большой вольерный комплекс.

Почти полвека ученые разных специальностей – почвоведы, ботаники, паразитологи, ихтиологи, энтомологи, орнитологи и др. – используют стационар как полевую и экспериментальную базу для изучения лесостепных экосистем и влияния на них деятельности человека. В созданном в 1980-х гг. вольерном комплексе содержатся и разводятся различные виды птиц – объекты фундаментальных и прикладных исследований.

Карасукский питомник – одно из немногих мест на территории бывшего СССР, где в условиях неволи размножается беркут, крупный и мощный хищник; содержатся

Ток или брачные игры птиц видоспецифичны и очень разнообразны. В процессе токования самцы демонстрируют красоту и силу, и у самок появляется возможность выбора.

Токующий самец дрофы (*вверху слева*) преобразуется до неузнаваемости, обращаясь в белый шар, хорошо заметный в степи: хвост заложен на спину так, что видны только белые перья подхвостья, маховые перья вывернуты, шея втянута и выгнута назад. В такой позе дрофич прохаживается маленькими шажками, пытаясь привлечь внимание самки, затем выпускает воздух из горлового мешка с негромким глухим звуком «Буммм!».

Самец глухаря (*вверху справа*) во время тока становится гордым красавцем: хвост как у павлина, шея вытянута вверх, крылья при ходьбе «чертят» концами по земле. Он заводит свою песню, состоящую из разных колен: «щелкает» и «точит». Во время точения – серии звонких шипящих звуков, составляющих кульминацию токового ритуала, – самец, как правило, не реагирует на посторонние звуки. Этим и пользуются охотники, подбираясь к токующей птице на расстояние выстрела

такие редкие виды журавлеобразных, как дрофа, джек, или дрофа-красотка, стрепет.

В соседних вольерах живут пока еще обычные для России виды тетеревиных: обитатель сосновых лесов глухарь; тетерев, предпочитающий поляны и березовые колки. А рядом поселились «иностранцы» из ближнего и дальнего зарубежья – гималайские улары и воротничковые рябчики. Особого внимания заслуживает дальневосточная дикуша, которая, как и амурский тигр и дальневосточный леопард, является национальным достоянием России. В питомнике все виды тетеревиных и улары успешно размножаются.

На базе стационара традиционно проходит зоологическая практика студентов Новосибирского государственного университета, получают дополнительное экологическое образование школьники г. Карасука. А вольерный комплекс с его уникальными обитателями в течение ряда лет используется для просвещения и популяризации природоохранных знаний среди местного населения – ежегодно его посещает более тысячи экскурсантов

к различным инфекционным заболеваниям диких и домашних птиц. Впрочем, здесь нет ничего удивительного: этот таежный вид веками жил в условиях относительной «стерильности».

Самая удивительная особенность дикуши, отличающая ее от других видов тетеревиных, – отсутствие страха перед человеком. При неожиданной встрече с людьми эти дикие птицы не улетят, а лишь ненадолго замрут. Если их не тревожить в дальнейшем, птицы быстро успокоятся и продолжат прерванные занятия: будут кормиться, чиститься и отдыхать прямо на ваших глазах, а самые любопытные станут с интересом наблюдать за действиями человека. Потрясенные несколько раз, дикуши просто устроятся повыше на ветвях соседних деревьев, где будут чувствовать себя в полной безопасности.

Эта уникальная и необъяснимая с научной точки зрения особенность поведения дикуши сослужила ей плохую службу: там, где появляется человек, птица исчезает. Очевидно, что сохранение дикуши как вида зависит от человека гораздо больше, чем сохранность

других диких животных. В то же время именно благодаря такой «толерантности» дикушу вполне можно было бы одомашнить, даже сделать настоящим «соседом» человеку – конечно, при условии соответствующего отношения последнего.

## Плановое одичание

Логическим шагом в деле сохранения редкого вида животных служит «возвращение» в дикушу природу особей, выращенных в неволе. Именно такой эксперимент начался несколько лет назад на Карасукском стационаре.

В Маслянинском районе Новосибирской области в лесном массиве выбрали участок, пригодный для проживания этого вида. По сибирским меркам эта территория находится в «шаговой доступности» от самого стационара (600 км) и ИСиЭЖ (200 км). Всего с 2004 г. здесь выпустили «на свободу» около 200 дикуш в возрасте от 4 месяцев до 3 лет. Основную часть птиц выпускали в апреле, перед началом размноже-



Токующий самец дикуши следует за самкой, добиваясь ее благосклонности. Такое поведение некоторые самцы начинали демонстрировать непосредственно во время весенних выпусков, зачастую – прямо на подкормочных площадках

ния, остальных – в начале сентября. Из Карасукского питомника птиц доставляли туда на автомобиле. Их старались перевозить в ночные часы, а выпускать утром, чтобы до наступления темноты птицы успели освоиться в новой обстановке.

Попадая на подкормочную площадку, некоторые птицы сразу перелетали на деревья, расположенные на расстоянии до 150–200 м. Остальные не покидали площадку до вечера: отдыхали после долгой дороги и подкреплялись привычным кормом. Но уже к вечеру все птицы оставляли место выпуска и начинали осваивать тайгу.

Надо отметить, что дикуши малоподвижны и молчаливы, поэтому обнаружить их в природных условиях очень сложно. Если самцы не токуют, они молчат, самки же изредка издают тихое квохтанье. Издаваемые птицами звуки можно услышать, только находясь в непосредственной близости. Присутствие дикуш может выдать хлопанье крыльев, причем перелет одной птицы часто побуждает к полету ее соседки, которые ранее оставались незамеченными.

В течение нескольких дней после выпуска исследователи наблюдали за поведением и перемещениями птиц. В дальнейшем информация о встречаемости дикуши поступала от сотрудников природоохранных учреждений Маслянинского района и местного населения. Местные жители были оповещены об эксперименте с помощью районных СМИ, а также инициативной группой учащихся районных школ – победителей конкурса экологических проектов Новосибирской области.

Выпущенные дикуши, как правило, встречались на таежных тропах, а иногда на обочинах асфальтированных дорог – были зафиксированы десятки подобных встреч. Некоторые особи обнаруживались на больших расстояниях – до 30 км от «точки отсчета». Абсолютный рекорд – 90 км: одна самка была встречена на территории Новосибирского академгородка (акад. И.Ф. Жимулев, устное сообщение). Обычно такое поведение демонстрировали одна-две птицы, хотя однажды в 20 км от избранного участка была обнаружена самка с выводком из шести птенцов. Было отмечено и 4 случая гибели дикуш, в том числе от браконьера и пернатого хищника.



Дикуши много времени проводят на земле. Тут проходит весенний ток, откладка яиц и насиживание яиц. Здесь же дикуши находят членистоногих и ягоды, разнообразящие их обычный рацион. И долгие морозные зимние ночи они проводят не на деревьях, а в «теплых» снежных лунках



Таежных новоселов осторожно высаживают из транспортных клеток на заранее подготовленные подкормочные площадки с привычными для птиц кормами – зерновой смесью, ягодами и хвойными ветками

## Рожденные в вольере

Считается, что в природе дикуша представляет собой оседлый вид. Молодняк, осваивая территорию, обычно не удаляется от места гнездования более чем на несколько километров, сезонные кочевки также незначительны. Однако выпущенные на природу вольерные птицы ведут себя иначе, разлетаясь на достаточно большие расстояния. Вероятно, выросшим в неволе дикушам трудно ориентироваться в незнакомом месте, поэтому у них начинает доминировать поисковое поведение.

Стало очевидно, что сформировать оседлость, присущую дикушам в природе, будет легче у потомства вольерных птиц, а не у взрослых особей, при этом выводить таких птенцов нужно непосредственно на их новом «местожительстве».

Чтобы проверить это предположение, в 2010 г. в тайге были построены вольеры, куда весной поместили взрослых особей. В вольерах успешно прошли ток, яйцекладка и насиживание; здесь же вылупились птенцы, которых через день-два вместе с самками выпустили «на свободу». Проследив за птицами, обнаружили, что в течение месяца семьи не удалялись от исходной позиции на значительные расстояния.

Такой способ интродукции может оказаться самым успешным. Попытки выпускать вольерный молодняк дикуш текущего года рождения осенью были не слишком удачными, так как в этом случае птицы тяготели к жилищу человека. Что касается особей 2-3-летнего возраста, то им заведомо более сложно, по сравнению с годовалыми птицами или молодняком, адаптироваться к резкой смене образа жизни.

**Д**анные по встречаемости дикуши в Маслянинском районе НСО свидетельствуют, что выращенные в неволе птицы в естественной среде способны не только выживать в течение годового цикла жизни, но и размножаться. Для получения более объективной информации о передвижениях птиц в будущем предполагается использовать телеметрию.

Безусловно, исследователи рассчитывают, что в итоге на юге Западной Сибири удастся создать новую «резервную» популяцию дикуши. Этому способствует и тот факт, что ученые находят поддержку у районной администрации, которая помогает охранять редких птиц.

Результаты эксперимента по интродукции дикуши имеют большое значение для дальнейшей разработки и реализации стратегии и тактики сохранения этого вида в природе. Сегодня комплексные исследования по сохранению дикуши проводятся в рамках Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов (ЕАРАЗА). Помимо ИСиЭЖ СО РАН и Новосибирского зоопарка, в изучении этого вида участвуют Московский зоопарк, якутский зоопарк «Орто-Дойду» и Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (Якутск). Создана рабочая группа для разработки предложений и выполнения конкретных работ по охране, восстановлению и увеличению численности дикуши.

Кроме того, опыт по возвращению в природу выращенных в неволе дикуш может быть использован при отработке методов интродукции других видов тетере-



Этому дикушонку 18 дней. В таком возрасте птенцы уже хорошо летают и начинают активно осваивать окружающую тайгу

В публикации использованы фотографии авторов, а также И.Л. Волошина (ИСИЭЖ СО РАН, Новосибирск)

*Литература*  
Шило В.А., Климова С.Н. Эксперимент по созданию западносибирской резервной популяции дикуши (*Falciptennis falciptennis*) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 4 (12). С. 60–67.

Andreev A. V., Hafner F., Klaus S., Gossow H. Displaying behaviour and mating system in the Siberian Spruce Grouse (*Falciptennis falciptennis* Hartlaub, 1855) // J. Ornitol. 2001. Vol. 142. P. 404–424.

# ГОДОВЫЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКТЫ

ЖУРНАЛА «НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ РУК» (ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ)

можно приобрести наложенным платежом  
через Почту России (только на территории РФ), заполнив заявку:

1. Прошу оформить покупку следующих комплектов/номеров журнала (выбрать нужное):

Годовые комплекты журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:			на русском языке		на английском языке	
2004 г.					3 номера	<input type="checkbox"/> 130 руб.
2005 г.	2 номера	100 руб.	<input type="checkbox"/>		2 номера	<input type="checkbox"/> 100 руб.
2006 г.	6 номеров	420 руб.	<input type="checkbox"/>		7 номеров	<input type="checkbox"/> 490 руб.
2007 г.	6 номеров	480 руб.	<input type="checkbox"/>		6 номеров	<input type="checkbox"/> 480 руб.
2008 г.	6 номеров	540 руб.	<input type="checkbox"/>			
2009 г.	6 номеров	700 руб.	<input type="checkbox"/>			
2010 г.	6 номеров	800 руб.	<input type="checkbox"/>			
2011 г.	4 номера	600 руб.	<input type="checkbox"/>			
Коллекцию журналов по ЛЬГОТНОЙ цене: 36 номеров			3 640 руб.		18 номеров	<input type="checkbox"/> 1200 руб.

Тематические комплекты по ЛЬГОТНОЙ цене:				
№ 1 «Эволюция и происхождение жизни»	7 номеров	500 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 2 «Археология»	15 номеров	1 530 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 3 «Вторая Камчатская экспедиция»	5 номеров	390 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 4 «История науки»	19 номеров	1 950 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 5 «Коренные народы Сибири»	11 номеров	1050 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 6 «Человек»	16 номеров	1 510 руб.	<input type="checkbox"/>	
№ 7 «Реактивные самолеты»	7 номеров	600 руб.	<input type="checkbox"/>	

Отдельные номера журнала:			цена одного номера, руб.	
на русском языке			на английском языке	
2011			№ 4 (40) <input type="checkbox"/>	160
	№ 1 (37) <input type="checkbox"/>	№ 2 (38) <input type="checkbox"/>	№ 3 (39) <input type="checkbox"/>	
2010	№ 1 (31) <input type="checkbox"/>	№ 2 (32) <input type="checkbox"/>	№ 3 (33) <input type="checkbox"/>	140
	№ 4 (34) <input type="checkbox"/>	№ 5 (35) <input type="checkbox"/>	№ 6 (36) <input type="checkbox"/>	
2009	№ 1 (25) <input type="checkbox"/>	№ 2 (26) <input type="checkbox"/>	№ 3 (27) <input type="checkbox"/>	130
	№ 4 (28) <input type="checkbox"/>	№ 5 (29) <input type="checkbox"/>	№ 6 (30) <input type="checkbox"/>	
2008	№ 1 (19) <input type="checkbox"/>	№ 2 (20) <input type="checkbox"/>	№ 3 (21) <input type="checkbox"/>	100
	№ 4 (22) <input type="checkbox"/>	№ 5 (23) <input type="checkbox"/>	№ 6 (24) <input type="checkbox"/>	
2007	№ 1 (13) <input type="checkbox"/>	№ 2 (14) <input type="checkbox"/>	№ 3 (15) <input type="checkbox"/>	90
	№ 4 (16) <input type="checkbox"/>	№ 5 (17) <input type="checkbox"/>	№ 6 (18) <input type="checkbox"/>	
2006	№ 1 (7) <input type="checkbox"/>	№ 2 (8) <input type="checkbox"/>	№ 3 (9) <input type="checkbox"/>	80
	№ 4 (10) <input type="checkbox"/>	№ 5 (11) <input type="checkbox"/>	№ 6 (12) <input type="checkbox"/>	
2005		№ 2 (5) <input type="checkbox"/>	№ 3 (6) <input type="checkbox"/>	60
				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. Мусы Джалиля, 15, тел./факс: (383) 332-15-40, e-mail: zakaz@infolio-press.ru

**Отдельные статьи в формате PDF можно заказать на сайте: [www.sciencefirsthand.ru](http://www.sciencefirsthand.ru)**

! В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

## ПОДПИСКА для ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

Стоимость подписки на полугодие – 570 руб.  
Стоимость подписки на год – 1140 руб.

● Чтобы оформить подписку на 2012 г., **заполните заявку:**

● **Оплатите** стоимость подписки в любом отделении Сбербанка, заполнив прилагаемую ниже Форму № ПД-4 или почтовым переводом по платежным реквизитам, указанным на с. 136

● **Вышлите** заполненную заявку и копию квитанции о переводе денег по адресу:  
*630055, г. Новосибирск,  
ул. Мусы Джалиля, 15.  
Редакция журнала «НАУКА  
из первых рук»*  
или **отправьте по факсу:**  
*8 (383) 332-15-40*

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 <input type="text" value="40702810603120002214"/>		К/с <input type="text" value="30101810100000000821"/>	
Ф. И. О., адрес _____		_____	
Журнал «НАУКА из первых рук»		Цена	Кол-во
_____		_____	_____
_____		_____	_____
Кассир		Всего	
ИЗВЕЩЕНИЕ		Форма № ПД-4	
Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073		Банк: ОАО «МДМ БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821	
Счет получателя <input type="text" value="40702810603120002214"/>		К/с <input type="text" value="30101810100000000821"/>	
Ф. И. О., адрес _____		_____	
Журнал «НАУКА из первых рук»		Цена	Кол-во
_____		_____	_____
_____		_____	_____
Кассир		Всего	
Плательщик		Всего	

Вы также можете оформить подписку на сайте: [www.sciencefirsthand.ru](http://www.sciencefirsthand.ru)

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

# ПОДПИСКА для ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

Стоимость подписки на полугодие – 1200 руб.  
Стоимость подписки на год – 2400 руб.



## Чтобы оформить подписку на 2012 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»  
630055, г. Новосибирск,  
ул. Мусы Джалиля, 15.**

или отправьте по факсу:  
8 (383) 332-15-40

или по e-mail: [zakaz@info-press.ru](mailto:zakaz@info-press.ru)

Счет на оплату будет выслан  
в течение трех рабочих дней после  
получения заявки

**По всем вопросам обращаться:**  
Тел.: 8 (383) 332-15-40, 332-67-33.  
Факс: 8 (383) 332-15-40,  
e-mail: [zakaz@info-press.ru](mailto:zakaz@info-press.ru)

Вы также можете оформить  
подписку на нашем сайте:  
[www.sciencefirsthand.ru](http://www.sciencefirsthand.ru)  
[www.sibsciencenews.org](http://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**  
Объединенный каталог  
«Пресса России» (стр. 389):  
индекс **42272; on-line: [www.prensa-rf.ru](http://www.prensa-rf.ru)**

## Подписка on-line

Агентство «Деловая пресса»: [www.delpress.ru](http://www.delpress.ru)  
Интернет магазин «PRESS cafe»:  
[www.presscafe.ru](http://www.presscafe.ru)  
Книга Сервис: [www.akc.ru](http://www.akc.ru)  
Интер-Почта 2003: [www.interpochta.ru](http://www.interpochta.ru)  
МК-периодика: [www.periodicals.ru](http://www.periodicals.ru)  
Информнаука: [www.informnauka.com](http://www.informnauka.com)





Самая западная точка о. Ольхон – мыс Кобылья Голова, напоминающий своими очертаниями голову животного. С самой высокой точки мыса открывается вид на одноименный полуостров и пролив Малое Море, отделяющий Ольхон от западного побережья Байкала. *Фото В. Короткоручко*

