



52

Каменные капища язычников, сказочной красоты озера и хвойные леса, круглоголовые сопки, стремительные порожи́стые реки, шедевры деревянного зодчества манят в Кандалакшу — «жемчужину Заполярья» — исследователей и путешественников.

76

Тиманский агат, флюорит, арктический янтарь, дымчатый кварц, черновит, юшкинит и многие другие минералы представлены в обширной коллекции Геологического музея им. А.А. Чернова Института геологии Коми научного центра УрО РАН.



100

Палеоарт — так называется направление в изобразительном искусстве, приверженцы которого на основании находок, научных данных и предположений стремятся воссоздать облик давно вымерших животных и среду их обитания. Одним из ярких его представителей был доктор биологических наук, одаренный художник Константин Флёров.



*Камчатка относится к тем регионам, где сейсмичность, вулканическая деятельность и геодинамические процессы достигают наивысшей интенсивности на планете. Здесь происходит треть всех землетрясений в России. Неудивительно, что на полуострове расположена крупнейшая в РФ сеть чувствительных станций, отслеживающих малейшие изменения в глубинных слоях планеты. За более чем полувековой период детальных наблюдений геофизики зарегистрировали и обработали свыше 130 тыс. землетрясений, создав один из самых полных региональных каталогов в мире. На этой базе они построили детальную трехмерную модель подземного строения региона. Теперь «виртуальное» путешествие в земные недра, о чем мечтал Жюль Верн, вполне возможно.*

Редакция осуществляет продажу отдельных номеров журнала и подписку на него

Адрес редакции: 119049,  
Москва, ГСП-1,  
Мароновский пер. 26.  
Тел./факс: 8-499-238-43-10  
www.ras.ru  
E-mail: naukaross@naukaran.ru

Издательство «Наука»: 117997,  
ГСП, Москва, В-485,  
Профсоюзная ул., 90

Формат 60х90/8. Бум. л. 7.0.  
Усл.-печ. л. 14.0. Уч.-изд. л. 14.1

Отпечатано в ППП «Типография "Наука"»,  
121099, Москва, Шубинский пер., 6

Свидетельство о регистрации  
№ 014399 от 26.01.1996 г.

Подписано в печать 06.11.2014.  
Заказ № 813. Выход в свет 27.11.2014  
Тираж 570 экз. Цена свободная

© Российская академия наук,  
Президиум,  
«Наука в России», 2014



# НАУКА В РОССИИ

№ 6 (203)  
2014

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

**Скрябин К., Тихонович И., Варламов В.**

Хитозан — полимер с уникальными свойствами ..... 4

**Кузьмин М.** Ранние стадии формирования Земли ..... 13

### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

**Мельников А.** Сверхпроводимость и магнетизм:

игра взаимодействий ..... 20

### ТОЧКА ЗРЕНИЯ

**Барелко В., Кирюхин Д., Сафонов О., Кузнецов М.**

Химические превращения: за пределами привычного .... 25

**Жиров В., Гонтарь О.** Терапевтическое садоводство .... 32

### С МЕСТА СОБЫТИЙ

**Хализева М.**

В интересах энергетической стабильности ..... 36

### К 100-ЛЕТИЮ НАЧАЛА ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

**Базанова О.**

От предчувствия войны до падения династии ..... 45

### ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

**Голикова Н.** Диковины и загадки Беломорья ..... 52

### РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ

**Киселев А.** Человек на Мурмане: летопись освоения .... 58

### НАШ ДОМ — ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

**Сенюков С.** Активность вулканов Камчатки:

мониторинг и прогноз ..... 67

**Жданова Л., Астахова И.**

Подземные кладовые Тимано-Печоры ..... 76

### ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

**Перевозчиков В.**

Археологический музей-заповедник «Танаис» ..... 83

**Чибисова С.**

Портреты «для памяти... любящих людей» ..... 91

**Васильева А.** Отзвуки ушедших эпох ..... 100

### ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

Экономичная «сверхпамять» для суперкомпьютеров ..... 42

Томограф с безгелиевым охлаждением ..... 65

**Содержание журнала за 2014 г.** ..... 110





2015

**С НОВЫМ ГОДОМ!**

# ХИТОЗАН — ПОЛИМЕР С УНИКАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

---

Академик Константин СКРЯБИН,  
директор Центра «Биоинженерия» РАН,  
академик Игорь ТИХОНОВИЧ,  
директор Института сельскохозяйственной микробиологии РАН,  
доктор химических наук Валерий ВАРЛАМОВ,  
заведующий лабораторией инженерии ферментов  
Центра «Биоинженерия» РАН

---

**В последние два десятилетия исследования природного полимера хитина (по распространенности он уступает только целлюлозе) и его производного хитозана выделились в отдельную науку, названную хитинологией. Удивительные свойства этих веществ обусловили их широкое и разнообразное применение в сельском хозяйстве, пищевой, текстильной, бумажной промышленности, медицине и даже косметологии. Особо отметим возможности их использования в решении актуальных экологических проблем.**

## **ДВА ВЕКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Принято считать, что природный полисахарид хитин впервые был обнаружен в 1811 г. в грибах шампиньонах французским ученым Анри Браконно. Позднее этот биополимер выявили также в панцирях ракообразных, кутикулах насекомых, диатомовых водорослях, морских губках и некоторых других источниках. В 1859 г. француз Шарль Роже показал, что, обрабатывая хитин концентрированной щелочью, мож-

но получить его модификацию, растворимую в кислых водных растворах. В 1886 г. немецкий биохимик Эрнст Хоппе-Зейлер при сплавлении хитина с гидроокисью калия при температуре 180°C получил вещество, хорошо растворимое в уксусной и соляной кислотах, впоследствии названное хитозаном. В дальнейшем к этим биополимерам был проявлен заслуженный интерес. В частности, к их изучению имели прямое отношение три нобелевских лауреата: в 1903 г. немецкий химик



Винсент Ван Гог. «Два краба». 1889 г.

Эмиль Фишер синтезировал глюкозамин (полисахарид, вырабатываемый хрящевой тканью суставов), в 1929 г. швейцарский химик Пауль Каррер провел деградацию хитина с помощью ферментов хитиназ и в 1939 г. английский химик Уолтер Хоурс установил абсолютную конфигурацию глюкозамина.

В ходе изучения хитина выяснилось, что по своему строению это линейный полисахарид, состоящий из остатков ацетилированного\* глюкозамина. В хитозан же (его получают из хитина простой реакцией отщепления ацетильной группы) глюкозамин входит в качестве мономерного звена. Молекула хитозана содержит большое количество свободных аминогрупп, что позволяет ему связывать ионы водорода, а кроме этого, «ловить» и прочно удерживать ионы различных металлов (в том числе радиоактивных изотопов и токсичных элементов). Полимер способен также «захватывать» большое количество органических водорастворимых веществ, в том числе и бактериальных токсинов.

Первые работы в нашей стране, связанные с модификацией хитина, проводились под руководством химика-органика академика Павла Шорыгина. Его исследования, выполненные в 1934–1935 гг., показали очень низкую активность этого природного полимера в реакциях ацетилирования, нитрования и метилирования.

В 1930–1970-е годы в ходе изучения морских ракообразных, так называемых бокоплавов, обитающих в

Черном море, отечественные ученые выявили, что в результате регулярных линек на дне моря образуются гигантские запасы хитина. В те же годы интенсивно исследовались его биохимические трансформации под действием морских бактерий.

Систематические исследования физико-химических свойств хитина, хитозана и их производных, а также возможности их использования начались в 1950-е годы под руководством члена-корреспондента АН СССР Степана Данилова в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР в Ленинграде. Ученым удалось, в частности, обнаружить сорбционную способность хитина к ионам урана. В 1970-е годы лаборатория Данилова уделяла большое внимание изучению хитозана. По разработанному здесь способу Московский химический завод им. Войкова выпустил первые в СССР партии этого вещества, нашедшего различное применение. Выяснилось, например, что обработка растворами цианэтилхитозана конденсаторных бумаг значительно улучшает их диэлектрические свойства. С учетом волокнообразующей способности хитина и хитозана были созданы саморассылающиеся шовные материалы для хирургии.

С 1961 г. изучением хитина начали заниматься в московском Институте биофизики Минздрава СССР. Инициировал работы Борис Белоусов, открывший в 1951 г. автоколебательную реакцию, известную как реакция Белоусова-Жаботинского. Основная цель проводившихся исследований — создание противолучевых препаратов — остается актуальнейшей и поныне. На основе масштабного изучения свойств, механизма действия, фармакологической активно-

\*Ацетилирование — процесс замещения водорода в органических соединениях ацетилем —  $\text{CH}_3\text{CO}$  — одноатомным радикалом (остатком) уксусной кислоты (прим. ред.).





**Посещение Наполеоном  
лаборатории Анри Браконно  
в 1811 г.  
(С картины Ольги Бородай,  
2011 г.)**

сти и токсичности хитозана получены лекарственные формы препаратов под кодовыми названиями РС-10 и РС-11 (работами руководил академик Леонид Ильин). Оба показали высокую эффективность и были разрешены к медицинскому применению для лечения пострадавших от воздействия ионизирующего излучения. Впоследствии к исследованиям, проводившимся в Институте биофизики Минздрава РФ, присоединились ученые Центра «Биоинженерия» РАН во главе с академиком Константином Скрябиным. В результате объединенных усилий созданы и запатентованы новые эффективные формы низкомолекулярного хитозана в качестве радиопротектора.

В 1980 г. в связи с увеличением вылова антарктического криля в СССР возникла проблема утилизации панцирьсодержащих отходов. Для ее решения была разработана комплексная целевая программа «Криль» с головной организацией Всесоюзный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии\*, а в число соисполнителей вошли многие институты Академии наук. Общее направление исследований в эти годы менялось в сторону изучения биологической активности хитозана и его применения в медицине и сельском хозяйстве. Начался выпуск этого биополимера в Москве (фирма «Сонат»), Московской области (ЗАО «Биопрогресс», г. Щелково) и в Приморском крае.

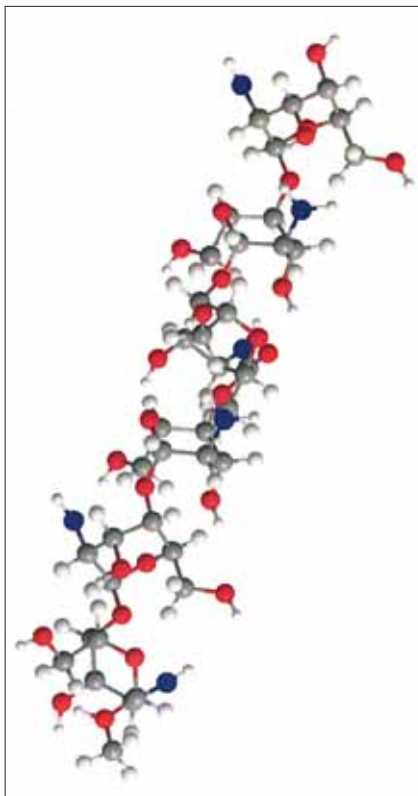
Для координации исследований в новой области науки в нашей стране в 2000 г. создана Общероссийская общественная организация «Российское хитиновое общество» (РХО), которое возглавил доктор химиче-

ских наук Валерий Варламов. Под эгидой РХО в России регулярно проводятся научные конференции. В 2011 г. эта общественная организация удостоилась чести проведения в Санкт-Петербурге Десятой международной конференции Европейского хитинового общества, посвященной 200-летию открытия хитина, с участием ведущих специалистов из многих стран, что говорит о признании вклада отечественных ученых в хитинологию. Она бурно развивается во многих странах, о чем говорит стремительный рост в последние годы числа публикаций. Только в 2012 г. количество их в мире составило 24300, с патентами — 27300. Достижения российских ученых-хитиноведов за последние 10–15 лет обобщены в изданной в 2013 г. Центром «Биоинженерия» РАН при финансовой поддержке РФФИ коллективной монографии «Хитозан». Вслед за научными результатами растет и рынок выпускаемых продуктов. Производство хитозана в 2010 г. на мировом рынке оценивалось в 13,7 тыс. т, а к 2015 г. возрастет, как предполагается, до 21,4 тыс. т. По прогнозным оценкам компании Global Industry Analysis, суммарная стоимость выпускаемых производных хитина достигнет к 2015 г. 63 млрд дол., а глобальный рынок хитозана — 21,4 млрд дол.

#### ИСТОЧНИКИ ХИТИНА

Безусловно, главным источником этого природного полимера служит панцирь ракообразных, чаще всего креветки и крабы. Общая их добыча в России — около 170 тыс. т. Из них примерно 2/3 (113 тыс. т) приходится на долю креветок, преимущественно северной и углохвостой, вылавливаемых в основном в зонах иностранных государств, 58 тыс. т — на долю крабов, добываемых в Дальневосточном регионе и

\*См.: М. Глубоковский. Восемь десятилетий научного поиска. — Наука в России, 2013, № 5 (прим. ред.).



**Молекулярная структура хитозана.**  
Серые шары — атомы углерода,  
белые — атомы водорода,  
красные — атомы кислорода,  
синие — атомы азота.



**Крабы и креветки —  
источники хитина и хитозана.**

в Северо-Восточной Атлантике (Баренцево море). Первые крабоконсервные заводы в Приморье дали продукцию более 100 лет назад. При этом панцирь, содержащий в своем составе до 35 % хитина, 30% белка, минеральные вещества, липиды и т.д., выбрасывали в отходы, образуя огромные залежи вдоль прибрежных зон тихоокеанского побережья России. С каждым годом они увеличивались и уже сами по себе представляли серьезную экологическую угрозу. И в конце 1980-х годов было принято решение о строительстве завода по производству хитина в г. Партизанске (Приморский край).

В 1930-е годы начались первые работы по акклиматизации камчатского краба в Норвежском море. Активное развитие они получили в 1961–1968 гг. благодаря энтузиазму советских ученых под руководством Юрия Орлова (Всесоюзный НИИ рыбного хозяйства и океанографии). Им удалось успешно провести та-

кую интродукцию в Баренцево море путем перевозки самок, молоди и икры. Вселению краба предшествовала длительная и трудная дискуссия о возможности и целесообразности его акклиматизации в Северной Атлантике. Возможность вселения доказана, а в отношении целесообразности научные споры продолжаются. Определенный итог был подведен в 2003 г.: в норвежском посольстве в Москве, куда был приглашен Орлов, в его адрес была выражена искренняя признательность Норвегии нашей стране за успешное проведение этой уникальной операции. В настоящее время популяция камчатского краба в Баренцевом море успешно размножается и эксплуатируется как Норвегией, так и Россией, давая не только вкусное крабовое мясо, но и ценное сырье для получения хитина и хитозана.

В последние годы наряду с крабами, креветками, крилем для получения хитина и хитозана использу-



Потенциальным источником пчелиного хитозана служат кутикулы, содержащие хитин.

ют еще один их источник — подмор пчел. Не случайно XII Международная конференция РХО прошла в Перми в июне 2014 г. на базе компании «Тенториум» (ее возглавляет Раиль Хисматуллин), специализирующейся на продуктах пчеловодства. В 2012 г. в этом городе открыт завод по переработке таких продуктов. Отметим, что еще в 2001 г. в Дурбане (ЮАР) компания «Тенториум» удостоилась серебряной медали за инновационную разработку уникальной технологии получения апизана — хитозана из подмора пчел.

### ЗАЩИТА ОТ РАДИОНУКЛИДОВ И ОЧИСТКА ВОДЫ

Активизации исследований в области хитинологии в немалой степени способствовала возможная экологическая катастрофа, а именно пожар и затопление на глубине 1685 м в Норвежском море атомной подводной лодки «Комсомолец» (апрель 1989 г.). Работы по предотвращению возможного радиоактивного загрязнения акватории по причине гибели АПЛ в 1992 г. возглавил доктор технических наук вице-адмирал Тенгиз Борисов. Так как поднять лодку не представлялось возможным, специалисты опробовали десятки технологий, позволяющих загерметизировать и законсервировать ее, не дав радиоактивным изотопам попасть в воду. В итоге остановились на технологии с использованием в качестве заглушек на участках разрушений в корпусе субмарины полимеров с хитозаном, сшитых дополнительно муравьиным альдегидом. Для реализации сложнейшего проекта в кратчайшие сроки был налажен выпуск хитозана в необходимых объемах. Прошло более 25 лет с момента трагедии, но установленные на АПЛ с помощью манипуляторов глубоко-

водного аппарата «Мир» заглушки надежно предохраняют воды Норвежского моря от радиоактивных изотопов, о чем говорят анализы как норвежских, так и российских ученых.

Сорбционные свойства хитозана востребованы для решения и других экологических проблем. Так, во многих регионах Российской Федерации складывается тревожная ситуация со снабжением населения качественной питьевой водой, что связано с высоким уровнем загрязнения водных объектов, плохим состоянием трубопроводов муниципальных систем. Эффективный и безопасный способ доочистки водопроводной воды нашли в лаборатории сорбционных процессов Института химии ДВО РАН (г. Владивосток) доктор химических наук Светлана Братская и научный сотрудник Денис Червонецкий, предложив использовать водорастворимые продукты на основе хитозана — флокулянт «Хитофлок» и флокуляционную композицию «Инстафлок». Применение этих реагентов в стандартных водоочистных технологиях способствует значительному улучшению качества воды, повышает продуктивность водоочистных станций и снижает экологические риски. Сегодня «Хитофлок» и «Инстафлок» используют более чем на 20 предприятиях Приморского края, в частных домовладениях, коттеджах, в том числе в отсутствие систем центрального водоснабжения и водозабора непосредственно из природных водоемов или скважин.

Не менее эффективны эти реагенты для обработки сточных вод, причем даже таких, которые содержат ионы тяжелых металлов и масляные эмульсии. Перспективность промышленного применения хитоза-



на как флокулянта в сочетании со стадией сорбции/фильтрации была подтверждена результатами испытаний в Авиационном производственном объединении им. Ю.А. Гагарина в Комсомольске-на-Амуре при очистке высокотемпературных эмульгированных стоков. Метод применяется и на предприятии «Даль-РАО» (Владивосток) для обработки жидких радиоактивных отходов с большой долей мазута перед селективной сорбцией радионуклидов.

В рамках программы МАГАТЭ сотрудниками того же института на Чернобыльской АЭС проведены испытания хитозансодержащих флокулянтов для извлечения из жидких радиоактивных отходов латексов пылеподавителей и коллоидов трансурановых элементов, присутствие которых не позволяет перерабатывать такие отходы традиционным способом. «Хитофлок» и «Инстафлок» наилучшим образом показали себя в сравнительных испытаниях с более чем 20 коммерчески доступными синтетическими флокулянтами. Коэффициент очистки стоков от трансурановых элементов составил более 1000, и эти воды уже можно направлять на упаривание и цементацию, как и предусмотрено программой. В настоящее время проектируется уникальная промышленная установка переработки жидких радиоактивных отходов объекта «Укрытие» Чернобыльской АЭС.

Отметим, что работы ученых ДВО РАН в области сорбции радионуклидов и получению нужных сорбентов, проводимые под руководством члена-корреспондента РАН Валентина Авраменко, привлекли внимание японских ученых-ядерщиков. Уже через месяц после аварии на АЭС Фукусима, произошедшей в марте 2011 г., специалистов из Приморья пригласили в Японию. Было показано, что российские сорбенты и технологии намного эффективнее тех, которые собирались применять японцы. К сожалению, процесс взаимодействия сторон пока не получил должного развития.

## ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Российскими учеными предложен широкий спектр продукции медицинского назначения на основе хитозана. Многие разработки не имеют аналогов в мире. В частности, покрытия и повязки для терапии ран и язв во влажной среде (созданы и выпускаются под руководством кандидата химических наук Сергея Антонова в НИИ особо чистых биопрепаратов Медико-биологического агентства Минздрава РФ, Санкт-Петербург). Включение специфических лекарственных средств в состав раневых покрытий позволило ускорить репаративные процессы и значительно снизить риски побочных явлений при лечении. В качестве активных соединений в состав повязки включали эпидермальный фактор роста (rh-EGF), фактор роста сосудистого эндотелия (rh-VEGF) и др. В Красноярском государственном медицинском университете им. В.Ф. Войно-Ясенецкого доктором медицинских наук Игорем Большаковым, помимо оригинальных раневых покрытий, предложены, запатентованы и сертифицированы изделия медицинского назначения для стоматологии, оф-

тальмологии, препараты для профилактики и лечения воспалительных заболеваний женской половой системы.

Отметим еще одну разработку красноярских ученых: дермально-эпидермальный эквивалент кожи на основе коллаген-хитозановых конструкций с использованием клеточных технологий при ожоговой травме. Покровные материалы на резорбирующей (рассасывающейся) основе гораздо удобнее при трансплантации и закрытии раневых поверхностей, они применимы для культивирования и последующей пересадки человеческих кератиноцитов (клеток эпидермиса) и фибробластов (клеток соединительной ткани). При этом наиболее оптимально использовать плюрипотентные клетки, обладающие неограниченным пролиферативным потенциалом, получившие сигналы к дифференцировке в клетки кожи, что способствует наращиванию большой их массы и сохранению в замороженном — готовом для трансплантации состоянии. В совместной работе Красноярского центра репродуктивной медицины и лаборатории клеточных технологий медицинского университета были использованы импортные сертифицированные линии эмбриональных стволовых клеток человека, а также эмбриональные (в том числе, стволовые) клетки животных (мыши, крысы). На основе сертифицированного эмбрионального клеточного материала человека совместно с Институтом общей генетики им. Н.И. Вавилова (Москва) получены две красноярские линии клеток.

Задача состояла в получении прямых доказательств успешного поддержания жизнеспособности стволовых клеток на коллаген-хитозановых конструкциях. Имплантация эмбриональной клеточной массы на указанные подложки в присутствии полной питательной среды позволила поддерживать длительное время пролиферацию клеток без признаков дифференцировки, а в условиях кондиционированной фидерными эмбриональными фибробластами питательной среды или на монослое этих клеток через две недели культивирования получить дермально-эпидермальный эквивалент кожи. На эти разработки получены 6 патентов РФ, два из которых вошли в состав 100 лучших изобретений России.

Еще одно свойство хитозана, вытекающее из его физико-химических характеристик, — способность к формированию наночастиц методом ионотропного гелеобразования или осадительной коацервации. (Работы проводятся в Центре «Биоинженерия» РАН кандидатом химических наук Аллой Ильиной.) Главное преимущество обоих методов — получение частиц без использования токсичных сшивающих агентов. Наночастицы на основе хитозана могут служить вектором для доставки биологически активного материала в клетку. Применение их в качестве подложки должно обеспечить целевую доставку биологически активных веществ, снизить применяемую дозу, пролонгировать эффективность действия и обеспечить возможность орального или назального введения. Полученные наночастицы были успешно использованы для связывания с рекомбинантным альфа-2-ин-



*Ареал распространения краба в Баренцевом море.*

терфероном и в роли вектора для доставки противоопухолевого препарата доксорубицина в раковые клетки. Учитывая низкую токсичность наночастиц хитозана и широкие возможности направленного регулирования его физико-химических характеристик, применение таких структур имеет несомненную перспективу.

### НЕУЛОВИМЫЕ СИГНАЛЫ

Наряду с применениями в медицине хитозан и его модификации востребованы в последние годы и в агробиологии. Эти работы ведут во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург) под руководством академика Игоря Тихонова. Многие годы здесь изучают разнообразные взаимодействия микроорганизмов — и полезных, и фитопатогенов — с растениями. Например, бобовые научились использовать клубеньковые бактерии для того, чтобы с их помощью обеспечить себя важнейшим элементом питания — азотом, и эта симбиотическая система основана на строгой специфичности. Растениям сои, например, нужны одни бактерии, а гороху — другие, люцерне — третьи и т.д. В почве вокруг молодого растущего корня находятся миллиарды различных микроорганизмов, но растение выбирает лишь бактерию нужного ему штамма для полезной работы по фиксации молекулярного азота.

Сделать этот выбор можно, только располагая необходимой информацией. Но что это за информация и как она обрабатывается в отсутствие у растений органов зрения, слуха, обоняния? Этот вопрос стал одной из горячих точек в современной биологии около 25-30 лет тому назад. Исследователи довольно быстро поняли, что происходит обмен сигналами между растениями и бактериями. Профессор Бен Люгтенберг из Лейдена (Нидерланды) и его ученики обнаружили, что гены клубеньковых бактерий, контролирующие симбиоз, реагируют на появление в среде растительных выделений (корневых эксудатов). Их наиболее успешно исследовала профессор Шарон Лонг из Стенфорда (США). Она показала, что растения первыми дают о себе знать, выбрасывая в окружающую среду соединения, получившие названия флавонов и флавоноидов. Они разнообразны по структуре, и растения разных видов «выбрали» себе как «визитную карточку» одно-два сигнальных соединения, которые включают весь набор симбиотических генов бактерий. Так был прочитан первый сигнал. Но что представляет собой бактериальный ответ? Генетики, давая описание искомого соединения, утверждали, что это небелковая молекула. Для ее поиска в дело вступили химики. Повезло профессору Дж. Денарье из Франции. Правда, сделанная им расшифровка озадачила





Участники XII Международной конференции Российского химического общества. Пермь, 2014 г.

бактериологов: никто не мог ожидать, что это не что иное, как... олигомер хитина.

В сельскохозяйственном производстве наиболее известное его применение — это предупреждение растений о возможной фитопатогенной атаке. Растения очень «нервно» реагируют на остатки полимера хитина и его деацетилированных производных — хитозанов. Они не без основания «полагают», что появление олигосахаридов — сигнал о том, что недалеко находятся его источники, например, грибы, т.е. фитопатогены. Воспринимая такое «послание», растения включают свои защитные системы и встречают врагов во всеоружии. (Этот подход использован агробиологами при создании многих препаратов.) Симбиотические бактерии в процессе эволюции, возможно, воспользовались тем, что олигомеры хитина легко узнаются растениями и встроили в свой геном цепочку генов, которые их производят, но здесь решалась обратная задача — необходимо было отключить защитные системы растений. Набор соответствующих генетических детерминант бактерии получили в далеком прошлом, вероятно, от микоризы\* — симбиотических грибов, игравших сотни миллионов лет назад решающую роль, как прообразы корней, при завоевании растениями суши.

\*Микориза — симбиотическая ассоциация мицелия гриба с корнями высших растений (прим. ред.).

Профессор Дж. Денарье еще раз поразил научный мир, когда показал, что хитоолигосахариды служат сигналами для растений и при образовании микоризного симбиоза. Подчеркнем: микориза — очень древнее приобретение растений. Первые остатки грибных симбиозов обнаруживаются в геологических слоях, которым не менее 500 млн лет. Клубеньковый симбиоз гораздо моложе — «всего» 70 млн лет, т.е. времени было достаточно, чтобы почвенные бактерии, способные фиксировать азот, смогли оценить возможности такого, говоря языком специалистов, сигналинга и им воспользоваться. Чувствительность растений к этим сигналам поистине поразительна — первые симбиотические реакции растение проявляет при концентрациях  $10^{-12}$  М. Эти молекулы можно считать. Таким образом цепь «хитиновых отношений» связала патогены и вредители растений с симбиотическими грибами и бактериями. При всем своем разнообразии природа не очень выбирала и пользовалась готовыми решениями. Отсюда ясно, насколько важна структура олигосахаридов — без овладения технологиями ее модификаций невозможно регулировать взаимоотношения микроорганизмов и растений.

Получение олигомеров хитина — задача трудноразрешимая для химии. Основной способ — химический гидролиз полимера с выходом смеси соединений разнообразной структуры. Однако в такой смеси в



основном содержатся крупные фрагменты хитина (из 20–30 мономерных остатков), а искомого продукта очень мало. Так как для предобработки растений требуются соединения с заранее известной структурой и в большом количестве, то ученым необходимо было найти новые способы получения олигомеров хитина. Микробы с этим замечательно справились. Группа исследователей под руководством академика Игоря Тихоновича и кандидата биологических наук Елены Долгих из Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии предложила использовать для синтеза олигомеров ферменты клубеньковых бактерий. Один из них, кодируемый геном *nodC*, как раз и контролирует такой процесс. При этом использовали ферменты бактерий, синтезирующих соединения только из 5 и 6 мономеров (олигомеры такой структуры способны проявлять свойства элиситоров — указателей присутствия фитопатогенов). Выбор остановили на ферменте *nodC* двух видов клубеньковых бактерий — *Mesorhizobium loti* (симбионт лядвенца из семейства бобовых) и *Rhizobium* sp. GRN2 (симбионт акации).

Исследователи перенесли ген *nodC* данных видов клубеньковых бактерий в составе плазмиды в бактерии *Escherichia coli*. Это «рабочая лошадка» современной биотехнологии — она совершенно незаменима, если требуется наработать достаточное количество вещества. Полученные с помощью *Escherichia coli* хитоолигосахариды обладали биологической активностью — были способны индуцировать защитные реакции и повышать устойчивость растений к грибной инфекции.

Таким образом, используя знания о сигнальных молекулах, регулирующих симбиоз растений и микроорганизмов, удалось решить проблему синтеза веществ, которые должны найти самое широкое применение прежде всего в сельском хозяйстве. Но данные соединения, как предполагается, будут востребованы и в фармацевтике. Будучи биологически очень нейтральной и незаряженной, молекула хитоолигосахарида способна проникать через мембраны клеток и потому удобна для доставки лекарств.

Интересным продолжением данных исследований явилась разработка биологического синтеза терминально N-деацетилированных олигомеров хитина с помощью ферментов почвенных бактерий *Rhizobium*. Были получены штаммы *E.coli*, содержащие генетические конструкции, необходимые для синтеза терминально деацетилированных хитоолигосахаридов. Эти работы удостоены золотой медали на выставке «Биоиндустрия-2011» в Санкт-Петербурге.

#### «НАРЦИСС», «ПОЛИХИТ» И ДРУГИЕ

Работы по хитину и хитозану способствовали реализации многих научных подходов в области биотехнологии, сельского хозяйства и пищевой промышленности. Так, на базе Всероссийского научно-ис-

следовательского и технологического института биологической промышленности (Московская область, г. Щелково) под руководством академика Анатолия Самуйленко и доктора биологических наук Алексея Албулова организовано производство этих биополимеров, ряда их производных и композитов, пригодных для пищевого и сельскохозяйственного применения. Созданы и выпускаются препараты-энтеросорбенты для лечения и профилактики заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных. Проведены расширенные испытания на телятах и поросятах в Курской, Тульской и Московской областях. Налажен выпуск хитозан-содержащих препаратов «Нарцисс» и «Агро-Хит», являющихся регуляторами роста и индукторами болезнестойчивости зерновых, картофеля и тепличных культур.

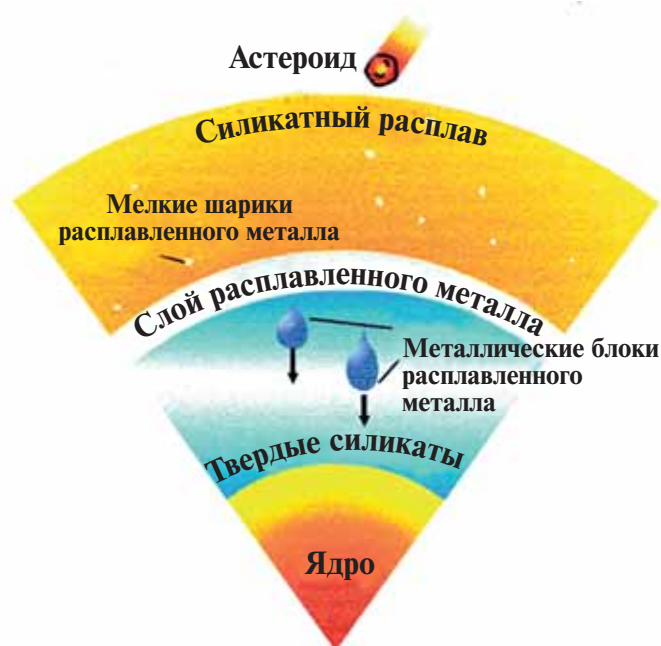
На предприятии ЗАО «Биопрогресс» при Всероссийском научно-исследовательском и технологическом институте биологической промышленности организовано производство БАДов и пищевых добавок (более 20 наименований) на основе хитозана и его производных: «ХитАН», «ПолиХит», «Фито-Хитозед-02» и др. На этом же предприятии были получены хитозановые сорбенты для производства низкоаллергенных молочных продуктов. Так, удаление из молочной сыворотки главного аллергенного белка β-лактоглобулина путем селективной сорбции на хитозане (эти исследования выполнены в Центре «Биоинженерия» РАН в рамках соответствующего Государственного контракта) дало возможность получения гипоаллергенных продуктов для детского питания (с 2013 г. они уже выпускаются на молокозаводе в Воронеже).

В заключение отметим, что многие из предложенных технических и технологических решений по созданию новых биопрепаратов и продуктов не имеют аналогов в мировой практике и относятся к крупным достижениям российской науки. По итогам работ получено более 100 патентов РФ, опубликовано более 300 научных статей, в том числе в высокорейтинговых отечественных и зарубежных журналах.

За работу «Получение производных хитина и препаратов на их основе для применения в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности и биотехнологии» коллектив авторов (руководитель академик Игорь Тихонович) удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники за 2013 г.

Иллюстрации предоставлены авторами

# РАННИЕ СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ



Академик Михаил КУЗЬМИН,  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (Иркутск)

**Когда на нашей планете сформировалась первая континентальная кора?  
Каков был механизм этого процесса?**  
Загадок здесь остается много, а пока высказываются лишь более или менее доказательные предположения о том, какая же работа шла в гигантской природной лаборатории более 4 млрд лет назад и какие «ингредиенты» при этом использовались. Новейшие методы геохимической науки, появившиеся в последние годы, помогают ученым яснее представить картину столь отдаленного прошлого.

Рис. 1. Модель образования ядра с «использованием» глубокого магматического океана (Wood, Walter, 2006; Wood, 2011).

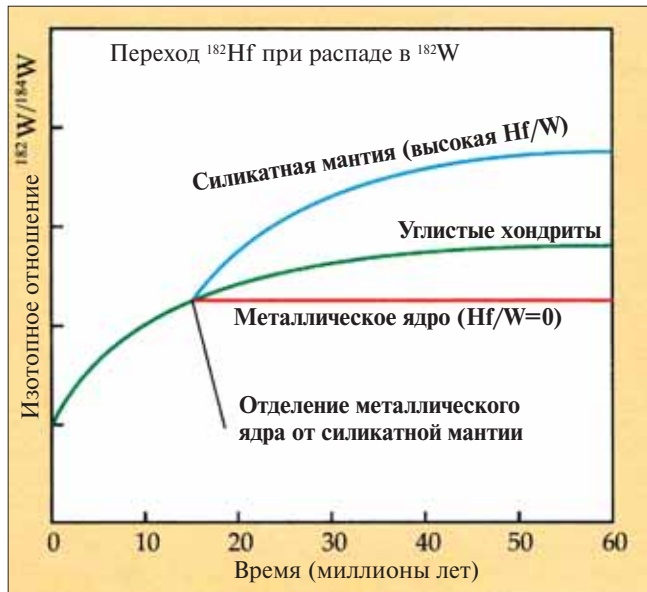


Рис. 2. Изменение изотопного соотношения изотопов вольфрама, определенных в различных системах (металлическое ядро, углистые хондриты, силикатная мантия).

## НА НОВОМ ЭТАПЕ ПОЗНАНИЯ

Еще недавно, в первой половине XX в., когда основной парадигмой геологии была концепция геосинклиналей, или, проще говоря, подвижных поясов Земли, считалось, что основная геологическая история планеты охватывает фанерозой (он включает палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры общей продолжительностью 540 млн лет, вплоть до настоящего времени). С появлением концепции тектоники плит\* (60-е годы XX в.) началось изучение латеральных связей разновозрастных структур магматических и рудных образований. В связи с этим стало необходимо определить возраст формирования астеносферы\*\*, являющейся источником магматических пород океана. Большое значение имели поиски наиболее древних пород офиолитовых комплексов\*\*\*, когда-то слагавших пространства под океанами. Находки таких комплексов, сравнимых с современными породами под океаном, показали, что тектоника плит, аналогичная современной, начала «работать» на планете около 2 млрд лет тому назад.

В последнее время появились исследования астрофизиков, в которых рассматриваются вопросы начала образования Солнечной системы и ее планет. Предложены, в частности, гипотезы формирования Луны и проявления разновозрастных процессов в системе Земля-Луна в далеком прошлом.

\*См.: М. Кузьмин, В. Ярмолюк, В. Кравчинский. Глубинная геодинамика — основной механизм развития Земли. — Наука в России, 2013, № 6 (прим. ред.).

\*\*Астеносфера — слой пониженной твердости, прочности и вязкости в верхней мантии Земли, подстилающий литосферу. Верхняя граница на глубине от 200 и более километров под материками, от 40 км под срединными хребтами и до 100 км под дном океана, нижняя — на глубине 600 км (прим. ред.).

\*\*\*Офиолитовые комплексы — ассоциация горных пород, встречаемых на континентах; считаются остатками древней океанической коры, сохранившейся в складчатых поясах Земли (прим. ред.).

К сожалению, детальных работ, касающихся начала геологической истории Земли, отечественные геологи и геохимики пока не проводят. Данная статья — попытка на основе проработки самой новой литературы представить читателю ранние стадии образования и эволюции Солнечной системы. Они подразделяются на хаотичный эон (эпоху) и следующий за ним гаденский эон, в котором началось формирование внутренней структуры Земли — ядра, мантии и первой континентальной коры. Необходимо коснуться и начала архейского эона (общая его длительность с 4 до 2,5 млрд лет), когда формировались первые сохранившиеся породы континентальной коры — гранито-зеленокаменные ассоциации.

Новые подходы к рассмотрению процессов возникновения нашей планеты были бы невозможны без совершенного научного инструментария. В последние десятилетия, когда в распоряжении геохимиков появились приборы для проведения локальных прецизионных количественных анализов — с их помощью определяется как содержание различных редких элементов, так и изотопов в конкретных точках мельчайших образцов пород и минералов, — начался новый этап в познании ранней истории Земли

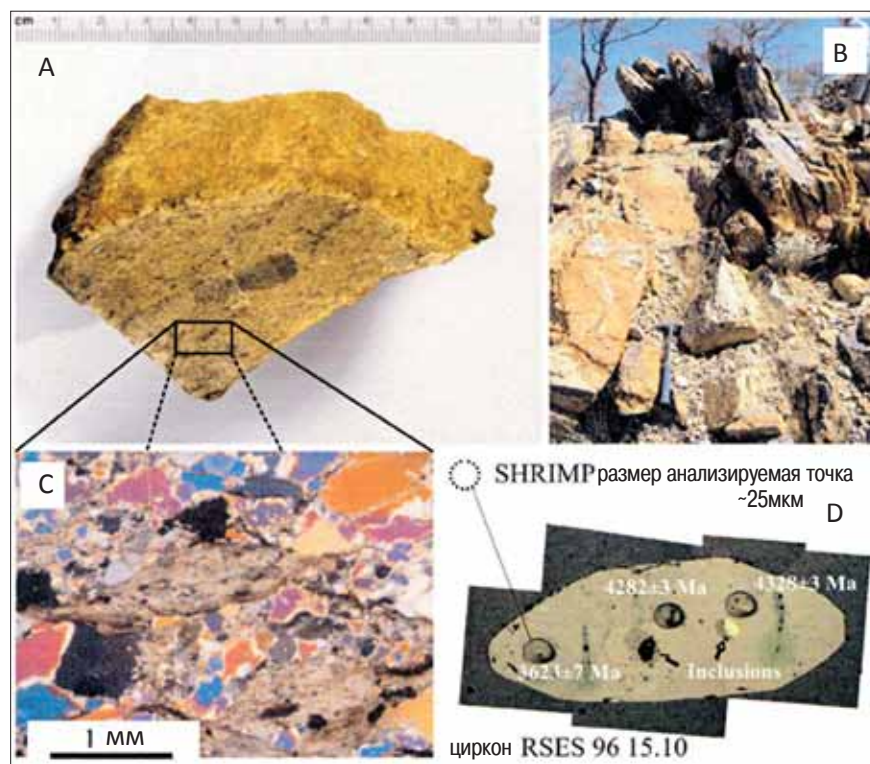
## ХАОТИЧНЫЙ ЭОН

Эта эпоха охватывает период от начала образования Солнечной системы из газопылевого протопланетного диска ~ 4,568 млрд лет назад до окончательного формирования Земли спустя ~100–150 млн лет (Wood, 2011). Установлены временные ограничения хаотичного эона и главных событий внутри него. Сделано это на основе данных по короткоживущим изотопам, а также геохимическим характеристикам элементов, образовавшихся из туманности — прародителя Солнечной системы.

Состав солнечной туманности (как и подобных образований у молодых звезд) связан с Большим



**Рис. 3.** Образец из обнажения Джек Хиллс с кварцевой галькой в центре свидетельствует о значительных вариациях в размерах зерен (А); обнажение Джек Хиллс в западной Австралии, где гаденские зерна были впервые открыты (В); шлиф с вытянутой галькой кварца среди других мелких кластических зерен (кварц, слюда) с деформированными структурами (С); кристалл циркона RSES 96 15.10 (электронная микроскопия), на снимке показаны три различных возраста в едином зерне, определенных методом SHRIMP в Австралийском национальном университете. Кристалл содержит включения, которые изучаются (D) (Nebel et al., 2014).



взрывом, благодаря которому за счет ядерных реакций появились легкие элементы от водорода до лития, остальные химические элементы образовались в процессе звездного нуклеосинтеза (Хаин, 2003; Lauretta, 2010). Данные о них и их количестве можно получить по составу Солнца, 99% массы которого отвечает первичному составу туманности. По геохимическим характеристикам элементы следует подразделить на тугоплавкие, среди которых выделяются литофильные\* — они имеют сродство с силикатами и концентрируются в мантии и земной коре. Сидерофильные\*\* же элементы накапливаются в ядре. Что касается летучих элементов, то они переходят в атмосферу, а часть из них образуют газ, «вытесняемый» на периферию Солнечной системы и из нее.

Определенный тип метеоритов — углистые хондриды — отвечает «первичному» составу Земли, содержание химических элементов в них близко к составу Солнца, кроме летучих (кислород, углерод, азот) (Wood, 2011; Lauretta, 2010). Среди короткоживущих изотопов следует отметить гафний ( $^{182}\text{Hf}$ ) (литофильный элемент), переходящий в вольфрам ( $^{182}\text{W}$ ) (сидерофильный) с периодом полураспада 8,9 млн лет. «Родительский» радионуклид  $^{182}\text{Hf}$  окончательно распадается в системе через 50 млн лет. Большое значение для расплавления малых тел (метеоритов, асте-

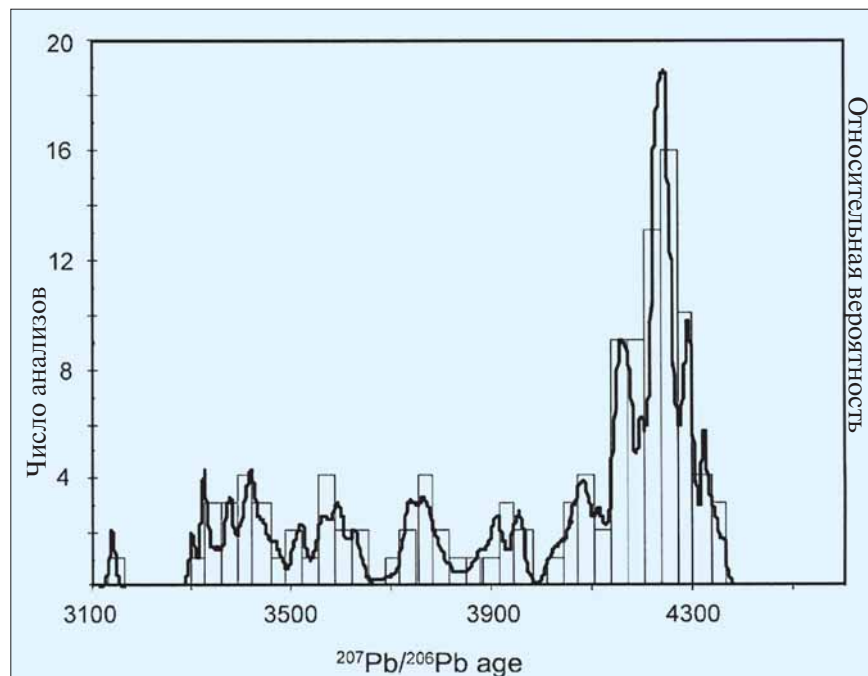
роидов, эмбрионов планет) имеют радионуклиды железа ( $^{60}\text{Fe} \rightarrow$ ), переходящие в изотоп никеля ( $^{60}\text{Ni}$ ) с периодом полураспада 1,5 млн лет, и «родительский» радионуклид алюминия ( $^{26}\text{Al} \rightarrow$ ), «дочерним» элементом при распаде которого является изотоп магния ( $^{26}\text{Mg}$ ) с периодом полураспада 0,7 млн лет.

Возвращаясь к началу эволюции Солнечной системы, отметим, что в первые 1,5–2 млн лет в ней, благодаря летучим элементам, сформировался лед, служивший основным материалом для самых крупных планет — Юпитера и Сатурна. А вот районы образования планет земной группы были обеднены летучими элементами. В этой части Солнечной системы через 2 млн лет начали формироваться мелкие тела диаметром не выше 10 км, спустя 20–100 тыс. лет обособившиеся друг от друга. Столкновения приводили их к разрушению, но часть из них в результате коллизии «объединилась» в более крупные тела — эмбрионы планет. Примерно через 1 млн лет (т.е. через 3 млн лет после начала образования Солнечной системы) появились тела с массой ~1% массы Земли. С этого времени значительную роль играет энергия гравитации, способствующая росту эмбрионов — зародышей планет земной группы. Марс и большие астероиды сформировались примерно через 7 млн лет, 63% массы Земли образовались через 11 млн лет, а 93% ее массы — через 30 млн лет после начала формирования Солнечной системы.

Земля — высокодифференцированное космическое тело с металлическим (железо-никелевым) ядром и окружающей его твердой силикатной оболочкой — мантией. Дифференциация вещества планеты нача-

\*Литофильные элементы — группа химических элементов (всего их 53), составляющих основную массу минералов земной коры, литосферы и мантии Земли (прим. ред.).

\*\*Сидерофильные элементы — группа 11 химических элементов, включающих семейство железа, платиновые металлы, а также молибден и рений; по геохимическим особенностям все они близки железу (прим. ред.).



**Рис. 4. Гистограмма локальных возрастов  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  в образце RSES 96-15.10 из обломков цирконов обнажения Джек Хиллс, подвергнутых автоматическому анализу определения изотопов свинца на базе SHRIMP и SHRIMP-Pg (Holden et al., 2009). Древний возраст охватывает интервал от 4,34 до 4,1 млрд лет (второй большой пик). Таким образом, гаденский зон — 4,5–4,1 млрд лет назад, максимальное формирование гаденской коры — 4,25 млрд лет. В гаденско-архейское время отмечается 7 событий, когда происходит рециклинг гаденской коры.**

лась практически с самых ранних моментов ее образования, при зарождении эмбриона в процессе столкновения и слияния малых метеоритных тел. Благодаря короткоживущим радионуклидам ( $^{26}\text{Al}$ ,  $^{60}\text{Fe}$ , а в дальнейшем  $^{182}\text{Hf}$ ), выделяющим при распаде большое количество тепла, эти тела частично расплавились, в них выделялись частички расплавленного железа, которые могли накапливаться в глубинах формирующихся планет. В дальнейшем, при столкновении с формирующейся планетой более крупных тел, ее силикатное вещество в связи с ударами плавилось, образовывались небольшие магматические (лавовые) бассейны. При высокой температуре и давлениях 20–23 ГПа устанавливается равновесие между расплавом силикатов и железом и может происходить их разделение (Wood, 2011). Такие океаны (до 400 км глубиной) могут формироваться при столкновении с крупными астероидами. При столкновении же с телом по размеру близким к Марсу, когда образовалась Луна, скорее всего, возник магматический океан глубиной до 700 км, покрывший всю поверхность Земли. Как показано на модели формирования ядра Земли (рис. 1) (Wood, 2011; Lauretta et al., 2011), астероиды, ее достигавшие, поставляли в магматический океан капли железа, обогащенного сидерофильными элементами. Капли опускались на дно океана, где находился металлический «резервуар», не стабильный по отношению к силикатной мантии. В этом резервуаре образовывались крупные шарообразные тела, равновесные с расположенным ниже силикатным веществом, а расплавленные металлические тела опускались далее вниз, наращивая ядро.

Время формирования ядра можно рассчитать с использованием изотопа гафния ( $^{182}\text{Hf}$ ), дающего, как

упоминалось, изотоп вольфрама ( $^{182}\text{W}$ ). Период полураспада  $^{182}\text{Hf} \rightarrow ^{182}\text{W}$  — 8,9 млн лет, а весь  $^{182}\text{Hf}$  исчезает из родительского резервуара через 50 млн лет. Большая часть ядра сформировалась через 20 млн лет от начала формирования Солнечной системы. Соотношение  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  в мантии и углистых хондритах в это время было одинаковым (рис. 2). После формирования большей части ядра W, сидерофильный элемент, уходил в ядро, а  $^{182}\text{Hf}$  оставался, как литофильный элемент, в мантии. Обогащение мантии  $^{182}\text{Hf}$  определяет более высокое соотношение  $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$  в силикатной мантии Земли по сравнению с углистыми хондритами. Через 50 млн лет весь  $^{182}\text{Hf}$  перешел в  $^{182}\text{W}$  и потому отмечается постоянство Hf/W как в мантии, так и в хондритовых метеоритах. Это время окончательного формирования ядра.

Важным событием в хаотичном эоне было формирование спутника Земли — Луны, которая имеет большое значение в дальнейшем развитии планеты. Большинство исследователей считают, что причиной образования Луны стало столкновение Земли с крупным космическим телом, объем которого, как говорилось, был близким к Марсу. Такая «авария» произошла через 30–40 млн лет после образования Солнечной системы, когда Земля имела массу 60–70% по сравнению с современной. К тому моменту существовала значительная часть ядра Земли, т.е. в немалой степени произошел процесс ее дифференциации. При ударе (импакте) большое количество силикатного земного вещества было выброшено в район орбиты Луны, которая в то время располагалась намного ближе к Земле, чем сейчас. Лунные породы обеднены сидерофильными элементами, что указывает: наша планета при ударе не раскололась,

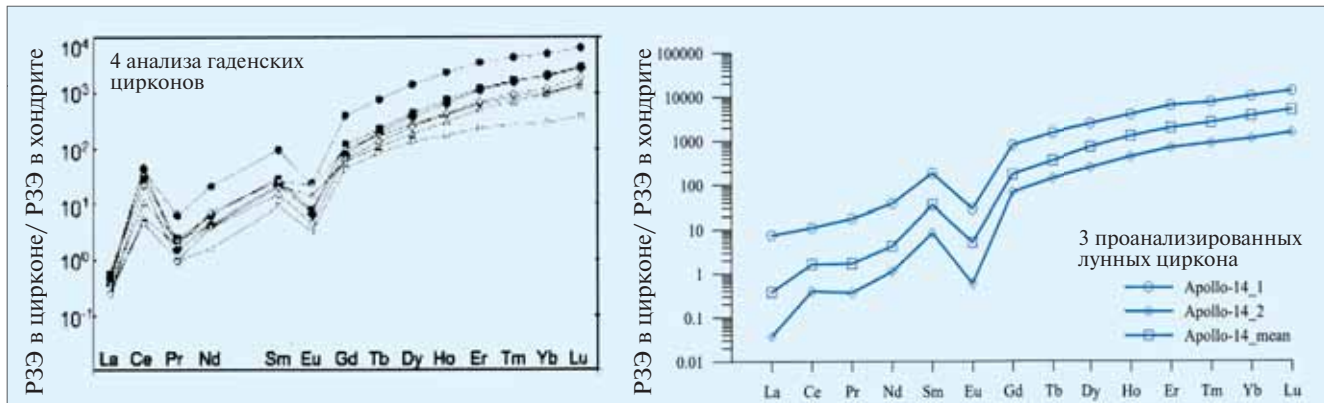


Рис. 5. Нормированные распределения редкоземельных элементов в гаденских цирконах (Maas et al., 1992); в лунных цирконах (Taylor et al., 2009).

столкновение привело лишь к значительному выбросу силикатной части. Луна имеет небольшое ядро, а ее силикатная часть обеднена изотопом  $^{182}\text{W}$ , сосредоточенным в ядре Земли. Таким образом, Луна имеет большое сходство с веществом земной мантии, т.е. обломки вещества нашей планеты, очевидно, были основой, формировавшей Луну. Для окончательного вывода об источниках лунного вещества необходимо дальнейшее изучение природы этого небесного тела, сравнения ее с земной, а также выяснение особенностей такого столкновения (Wood, 2011).

Мы еще мало знаем о времени отдельных событий в этот ранний этап развития Солнечной системы. Использование различных изотопов может дать отличные даты по окончательной аккреции (формирование диска) Земли (Wood et al., 2006; Wood, 2011). Однако большинство исследователей считают, что 4,5 млрд лет тому назад хаотичный эон завершился и начался гаденский этап истории нашей планеты.

### ГАДЕНСКИЙ ЭОН

Новая эпоха «вступила в права» после формирования системы Земля-Луна, что подтверждается находками минерала циркона, т.е. силиката циркония ( $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ ) одинакового возраста на обоих космических телах. Однако выделение геологическим научным сообществом гаденского эона в отдельную эпоху началось после обнаружения в конце XX в. необычных минералов в обнажении (выходе коренных горных пород на земную поверхность) Джек Хиллс на западе Австралии (рис. 3). В осадочных породах, располагающихся на периферии кратона\* Илгарн, были найдены обломки минерала циркона, центральная часть которых отвечает возрасту 4,376 млрд лет. Это более чем на 500 млн лет старше самых древних пород, обнаруженных на нашей планете ранее! «Месторождение» древних цирконов площадью около  $4 \times 4$  м представлено метаморфизованными осадками с обломками различной размерности, сцементированными мелкозернистой основной массой. Более

100 000 зерен (частиц размерностью 20–40 мк) цирконов уже получены из обнажения и исследованы. Древний возраст выявлен только в центральных частях зерен, а образцы периферической зоны гораздо моложе — им около 3,1 млрд лет. (В связи с австралийской находкой необходимо отметить, что наиболее интенсивно цирконы начали исследовать в XXI в., когда появилась возможность выполнения прецизионных локальных анализов отдельных элементов и изотопов, т.е. анализов в точке.)

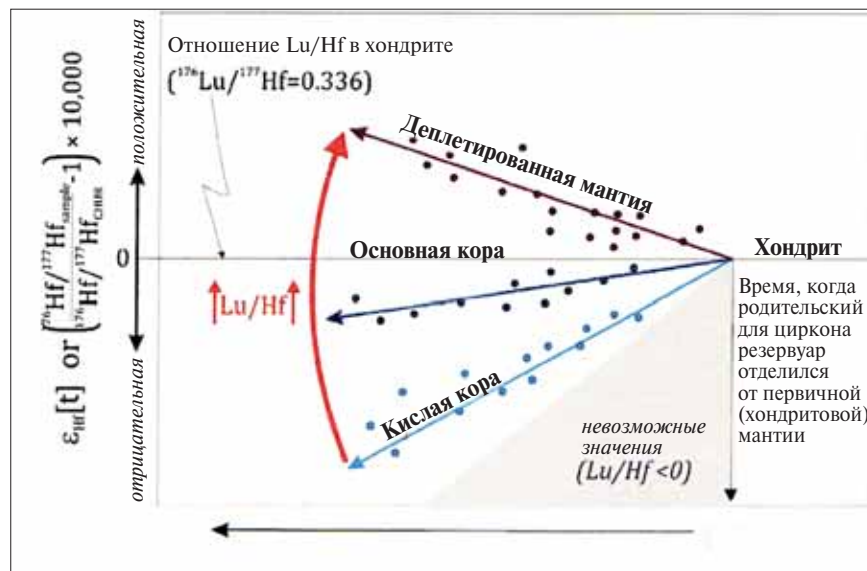
В работе шведского ученого Петера Холдена и его коллег, опубликованной в 2009 г., показано, что наиболее быстрый рост гаденских цирконов, а следовательно, и гаденской земной коры происходил 4,25 млрд лет. На представленной исследователями гистограмме (рис. 4) виден пик, отвечающий возрасту 4,1 млрд лет. Эти данные позволяют полагать, что гаденский эон охватывает время от 4,5 до 4,1–4,0 млрд лет назад, с максимальным возрастом формирования коры 4,25 млрд лет. Время завершения эпохи — 4,1 млрд лет назад — подтверждается закономерностями распределения изотопов гафния в цирконах обнажения Джек Хиллз (Blichert-Toft, Albarede, 2008). Недавно вблизи этого обнажения обнаружены новые находки древних цирконов, однако пока детальных исследований не проводили. Возможно, в дальнейшем мы получим новые сведения об истории нашей планеты в гаденскую эпоху.

Изучение распределения редких элементов в гаденских цирконах дает ценную информацию о природе и генезисе магм. Первые такие сведения были получены немецким геохимиком Р. Маасом и его коллегами в 1992 г., в дальнейшем их подтвердили другие специалисты. Петрографические исследования показали, что в цирконах присутствуют включения калиевого полевого шпата, кварца, плагиоклаза, монацита и апатита. Отсюда следует заключение о гранитном составе источника цирконов, т.е. расплавов, типичных для земной континентальной коры.

Выяснение соотношений изотопов кислорода (в числе основных  $^{16}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$ ) в гаденских цирконах помогает оценить многие условия окружающей среды во время формирования первой континентальной

\*Кратон — участок континентальной земной коры, не испытывающий значительных складчатых деформаций (прим. ред.).





**Рис. 6.** Схематический график изотопов Hf (выраженный символом  $\epsilon_{\text{Hf}}$ ) к возрасту (Nebel et al., 2014). Отдельные точки иллюстрируют результаты анализов цирконов из единой коровой области. Медиана через такую популяцию может использоваться для того, чтобы получить соотношение Lu/Hf, требуемое для эволюции изотопа. Высокие величины Lu/Hf указывают на мафическую кору, тогда как низкие представительны для фельзитовой коры. Эти особенности определяются разделением Lu и Hf во время частичного плавления первичной мантии.

коры. На основании детальных исследований (Nebel et al., 2014) сделано два важных вывода. Первый состоит в том, что процессы выветривания (изменения первичных пород) в гаденскую эпоху были подобны современным. Это дает основание полагать: ранняя атмосфера Земли была влажной и имела высокий потенциал кислорода. Вывод второй: образование цирконов указывает, что парциальное (частичное) плавление мантийных пород, послуживших источником магмы для формирования коры в гаденскую эпоху, происходило в условиях близости к земной поверхности.

Важное значение для понимания тектонических условий, существовавших на нашей планете в гаденское время, имеет открытие цирконов на Луне — они были доставлены на Землю участниками экспедиций «Аполлон-14» (1971 г.) и «Аполлон-17» (1972 г.). Возрастные определения лунных цирконов проводились в Австралийском национальном университете, где исследовались и минералы из обнажения Джек Хиллс. Возраст лунных цирконов находится в диапазоне 4,0–4,35 млрд лет (Taylor et al., 2009), т.е. они одновозрастные с гаденскими. Но на этом их сходство кончается. Лунные цирконы образовались при высоких температурах 920–1140 °C, в то время как гаденские — при средних ~ 700° C. Отличаются в них и графики содержания нормированных редкоземельных элементов (рис. 5). В земных образцах четко видна положительная аномалия цезия (Ce). По сравнению с другими редкоземельными элементами он может иметь валентность  $\text{Ce}^{4+}$ , поэтому в условиях окисления способен легко входить в цирконы. Эти данные подтверждают окислительные условия на Земле в гаденской зоне, что установлено также по распределению изотопов кислорода. Лунные аналоги формировались в восстановительной среде — в них нет аномалии цезия.

Наконец, при изучении микроструктуры лунных цирконов (Grande et al., 2013) установлено присутствие локальных участков перекристаллизации, ло-

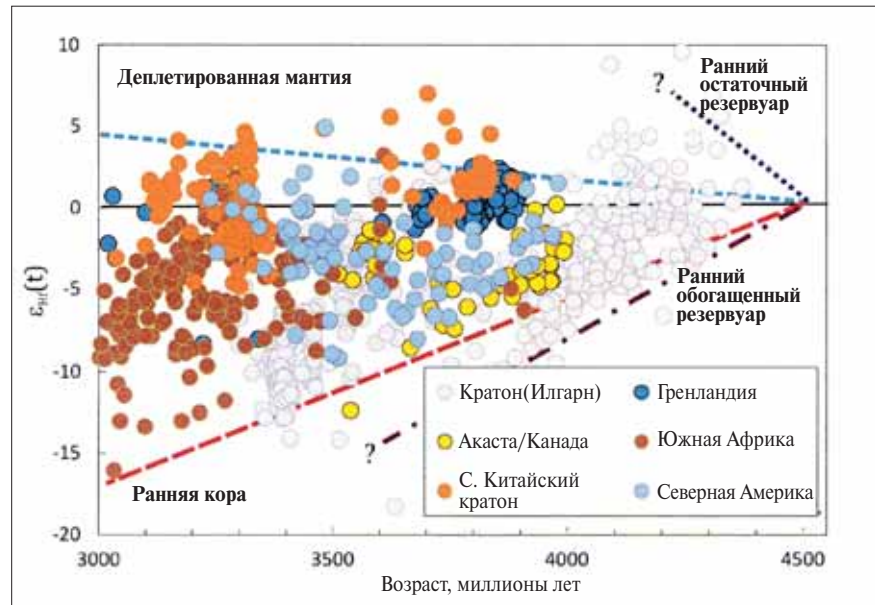
кальных аморфных участков, выявляются пластические деформации, разрывы и трещины, т.е. типичные следы структур импактного генезиса. Судя по всему, эти кристаллы образовались под действием метеоритных бомбардировок поверхности Луны. В цирконах гаденской эпохи, обнаруженных в Австралии, таких структур не наблюдается, как указывалось, они, скорее всего, кристаллизовались из магматического расплава. Однако можно предположить, что Луна и Земля, как близкие тела Солнечной системы, подвергались метеоритным бомбардировкам в одно и то же время.

Для решения проблемы происхождения гаденских цирконов важное значение имеют исследования по изотопам Lu-Hf (рис. 6). Лютеций при распаде переходит в гафний ( ${}^{176}\text{Lu} \rightarrow {}^{176}\text{Hf}$ ). Последний изоморфно может входить в циркон, замещая цирконий. Цирконы способны содержать до нескольких десятков тысяч ppm (миллионных долей) гафния. Период полураспада лютеция  $35,7 \pm 1,2$  млрд лет, поэтому понятно, что практически весь Hf «замораживается» в цирконах. Требуется небольшая корреляция возраста, чтобы получить важную геохимическую информацию о природе первичных расплавов, а соответственно, и пород для исследуемых цирконов (Nebel et al., 2014).

В настоящее время изучены образцы, полученные из различных кратонов: с канадских гнейсов Акасты, песков реки Миссисипи, где они накопились при разрушении Северо-Американского кратона, из древних пород Гренландии, из архейских осадков Северного Китая. Все они связаны с переработкой единого источника — гаденских цирконов. Отсюда следуют важные выводы. Во-первых, гаденская кора была широко распространена, охватывала большие районы Земли (рис. 7). Во-вторых, возможно, древние кратоны, известные в настоящее время на разных континентах, ранее располагались вместе, входя в единый континент (Глуховский и др., 1994, 2013).

Рис. 7. Глобальные компиляции анализов обломков цирконов (модернизированная Nebel-Jacobsen et al., 2010).

Эти данные показывают, что гаденская кора существовала не только под кратоном западной Австралии, но и под другими кратонами: в Канаде, Северной Америке, Гренландии, северном Китае, т.е. практически под всеми архейскими кратонами, которые, возможно, в то время были частями единого суперконтинента.



Он подвергался тяжелой метеоритной бомбардировке, определившей разрушение первой гаденской коры и погружение ее в глубину мантии. В дальнейшем, в результате геологических событий эпохи архея она могла служить «прародителем» цирконов, а возможно, и самих пород, являющихся основой образований архейского возраста — серых гнейсов. Таким образом, находки древних цирконов со следами переработки первой континентальной коры Земли являются свидетелями разнообразной ранней архейской тектонической обстановки, природу которой еще необходимо детально изучать.

К сожалению, древних цирконов мы пока не обнаружили на Североазиатском континенте. Очевидно, российским геологам следует участие в таких исследованиях, а для этого необходимо обеспечить их современным аналитическим оборудованием, которое позволит проводить локальные количественные анализы с высокой точностью.

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ СЦЕНАРИЙ

В заключение хотелось бы суммировать знания по древнейшей истории нашей планеты. Рассматривая период формирования первой континентальной коры, подчеркнем, что она непрерывно росла во временном интервале от 4,4–4,5 до 4,1–4,0 млрд лет назад — завершения гаденского эона. Пик формирования коры — 4,25 млрд лет назад. Возможно, 4,1–4,0 млрд лет — поворотная точка в ранней геологической истории Земли, после которой началась более поздняя архейская эра. Почти все гаденские цирконы имеют зональное (неоднородное по составу и свойствам) строение, что дает основание предполагать различные геологические события в ранней истории нашей планеты.

На основе анализа элементного состава гаденских цирконов установлено: их материнские породы —

преимущественно кислого состава, скорее всего граниты, выплавленные в «холодных» (700–800°C) условиях. Эти породы подвергались выветриванию вблизи земной поверхности. Дальнейшая история цирконов указывает на захоронение первичных пород глубоко в мантии, что является показателем геодинамической активности Земли в гаденской-раннеархейской истории. Очевидно, основным механизмом активности была тяжелая метеоритная бомбардировка, захватившая как Землю, так и Луну, на которой эти процессы хорошо фиксируются. Именно данные причины вызвали на планете образование больших масс основных пород, поднимающихся из мантии. Их дифференциация является причиной формирования малых количеств кислых расплавов, в которых и образовались сохранившиеся до наших дней гаденские цирконы.

Конечно, это предварительный сценарий формирования коры. Очевидно, только дальнейшие исследования древнейших пород и их минералов позволят нам понять природу геологических процессов гаденского эона, связь процессов метеоритной бомбардировки Луны с падением метеоритов и астероидов на уже дифференцированную Землю.

Данные исследования поддержаны интеграционным проектом № 87 СО РАН и грантом РФФИ № 13-05-12026 офи\_м.

Автор выражает благодарность члену-корреспонденту РАН Владиславу Шацкому за помощь в подготовке статьи.

Иллюстрации предоставлены автором

# СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И МАГНЕТИЗМ: ИГРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

---

Доктор физико-математических наук Александр МЕЛЬНИКОВ,  
заведующий лабораторией теории мезоскопических систем  
Института физики микроструктур РАН  
(г. Нижний Новгород)

---

**Взаимодействие между двумя антагонистическими явлениями — сверхпроводимостью и ферромагнетизмом (СФ) — давно привлекает внимание исследователей. Важность и нетривиальность этого вопроса обсуждалась еще в 1950-х годах в пионерской работе лауреата Нобелевской премии (2003 г.) академика Виталия Гинзбурга. Причем конкуренция сверхпроводящего и магнитного состояний вещества является не только интригующей и красивой физической задачей, она имеет перспективу практического использования в новом классе устройств криоэлектроники — твердотельных приборов (сверхпроводящие спиновые вентили, инверторы фазы и др.), функционирующих при криогенных температурах (ниже 100 К). В формировании одной из ключевых тематик отдела сверхпроводимости Института физики микроструктур РАН, сфокусированных на этих проблемах, решающую роль сыграло международное сотрудничество.**

**С**тоит отметить, что весьма важные работы, стимулировавшие зарождение в нашем институте актуального направления — физика взаимодействия сверхпроводимости и ферромагнетизма, были выполнены в 1990-х годах задолго до установления интенсивных международных контактов. Речь идет

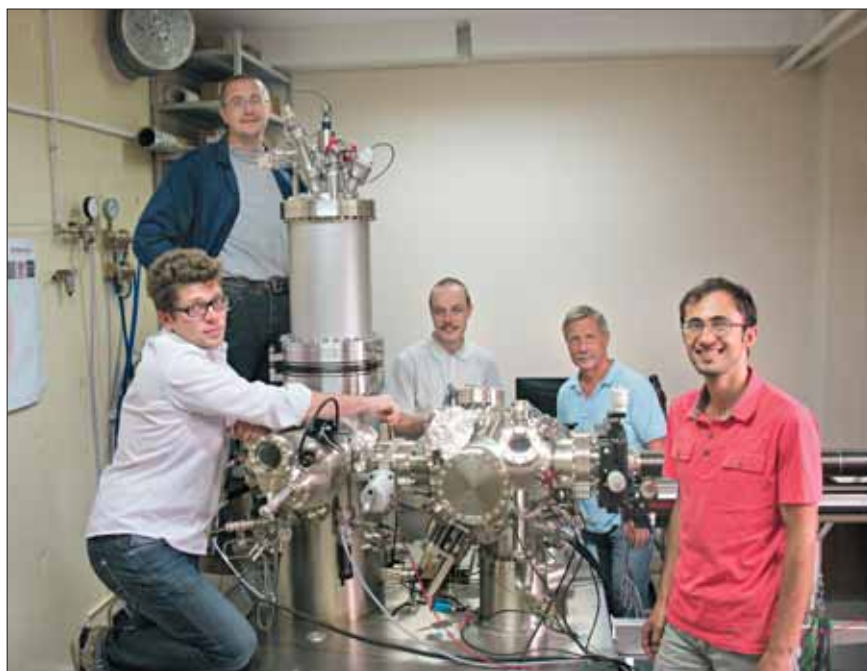
о теоретических исследованиях Геннадия Генкина, Иосифа Токмана и Владимира Скузоваткина по изменению доменной структуры\* и зарождению вихрей в слоистых системах сверхпроводник — ферромаг-

\*Доменная структура — совокупность макроскопических областей (доменов) магнитоупорядоченного вещества (*прим. ред.*).





*В Лёвенском католическом университете (Бельгия). Слева направо: Виктор Мощалков, Александр Мельников, Михаил Силаев.*



*У новой установки низкотемпературной сканирующей туннельной микроскопии. Слева направо: Денис Рыжов, Алексей Аладышкин, Иван Хаймович, Алексей Самохвалов, Алексей Путилов.*

нетик и экспериментальных трудах Юрия Ноздрина по индуцированию вихревого состояния в сверхпроводящей пленке полем магнитной частицы. Увы, во многом по причине слабых международных контактов они остались незамеченными в сверхпроводящем сообществе, не приобрели заметных наукометрических показателей и были впоследствии независимо повторены другими авторами.

Очередной всплеск активности СФ-тематики в ИФМ РАН был вызван как раз развитием междуна-

родных связей: в 2003 г. совместно с профессором Университета Бордо (Франция) доктором физико-математических наук Александром Буздиным мы написали теоретическую работу, посвященную возникновению сверхпроводимости вблизи доменных стенок в ферромагнитных сверхпроводниках и гибридных слоистых структурах сверхпроводник — ферромагнетик. С одной стороны, она была направлена на интерпретацию экспериментов (выполненных, в частности, во французском Гренобле) в со-



**Рабочее совещание в Университете Бордо. Участники: Алексей Самохвалов, Александр Мельников, профессор Университета Тор-Вергата г. Рима Андрей Варламов и профессор Университета г. Бордо Александр Буздин.**

вершенно новом и удивительном классе соединений типа  $UGe_2$ , в которых сверхпроводимость появлялась на фоне хорошо развитого магнитного упорядочения. С учетом разрушающего влияния обменного поля ферромагнетика на куперовские пары\* с противоположными спинами\*\* электронов (синглетное спаривание) экспериментальное обнаружение таких необычных соединений возбудило нешуточный интерес сверхпроводящего сообщества. Однако удивительным образом наша теоретическая заметка послужила мотивацией для совершенно других экспериментов по измерению фазовой диаграммы бислоев сверхпроводник — ферромагнетик с доменной структурой. Здесь возникла довольно простая и в то же время интригующая возможность создания субмикронных сверхпроводящих каналов в области доменных стенок ферромагнетика: управление конфигурацией границ в этом случае дает возможность управлять положением сверхпроводящих каналов и тем самым изменять проводимость системы. Экспериментальная реализация этой задачи началась в те же годы в группе доктора физико-математических наук Виктора Мошалкова в Лёвенском католическом университете (Бельгия), и в сравнительно короткое время ее сотрудники получили весьма обнадеживающие результаты.

\*Куперовские пары названы именем американского физика Леона Купера. В 1956 г. он теоретически показал, что вблизи абсолютного нуля электроны проводимости в металле способны формировать пары, объединяющие частицы с равными и противоположно направленными импульсами (прим. ред.).

\*\*Спин — фундаментальное квантовое свойство электрона (прим. ред.).

Возникший таким образом импульс теоретической активности в нашей лаборатории не затух во многом благодаря тому обстоятельству, что мы почувствовали интерес к теме со стороны экспериментаторов. Важно было и то, что к работе удалось подключить активных молодых аспирантов — Дениса Рыжова и Алексея Аладышкина. В течение года мы обобщили результаты по доменной сверхпроводимости, а также обнаружили весьма любопытные проявления в гибридных системах эффекта Литтла—Паркса. Открытый в 1962 г. английскими учеными Малкольмом Литтлом и Гордоном Парксом, он является одним из важных подтверждений квантовой природы феномена сверхпроводимости и связан с колебаниями величины критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние. Интересно и другое: часть этой работы авторы выполнили в ходе командировки в США в Аргонскую национальную лабораторию, что можно рассматривать как подтверждение тезиса о важности международных связей.

Следующие шаги в становлении СФ-тематики в институте были сделаны в направлении эксперимента. В группе доктора физико-математических наук Андрея Фраермана успешно завершили работы по управлению джозефсоновским транспортом (токопереносом)\* с помощью изменения состояния

\*В 1962 г. английский физик Брайан Джозефсон теоретически показал, что протекающий через диэлектрик (изолятор) туннельный сверхпроводящий ток обладает уникальными квантовыми свойствами. За открытие этого явления, вошедшего в литературу под названием «эффекта Джозефсона», автор в 1973 г. получил Нобелевскую премию. В наши дни эффект получил широкое практическое применение — на его основе, в частности, работают сверхчувствительные сверхпроводящие магнитометры и другие устройства (прим. ред.).



**Александр Мельников и Александр Буздин  
на конференции в Казани.**



**Александр Мельников  
в Аргонской национальной лаборатории (США).**

магнитных частиц, помещенных в области джозефсоновского контакта (твердотельного сверхпроводникового нанозлемента). Затем они трансформировались в задачу изготовления управляемого пи-контакта\* на переходе с магнитной частицей, которая решалась в сотрудничестве с коллегами из группы доктора физико-математических наук Валерия Рязанова (Институт физики твердого тела РАН, г. Черноголовка Московской области). Весьма существенную, на мой взгляд, теоретическую поддержку оказывал старший научный сотрудник нашей лаборатории кандидат физико-математических наук Алексей Самохвалов.

Второй важный экспериментальный шаг был сделан Алексеем Аладышкиным в Лёвенском католическом университете в группе Виктора Мошалкова. При этом и в Бельгии, и после возвращения в Афонино (деревня в Нижегородской области — фактический адрес Института физики микроструктур РАН) Алексей проявил необычайную целеустрем-

ленность, сосредоточившись на экспериментальном поиске именно эффектов доменной сверхпроводимости. Эти усилия завершились неплохим результатом, в чем немалую роль сыграло сотрудничество с бельгийской, а позднее — с немецкой научными группами. Сейчас мы ожидаем от него экспериментального наблюдения доменной сверхпроводимости с помощью новой установки низкотемпературной сканирующей туннельной микроскопии, появившейся в нашем институте. Нельзя не отметить и вклад в развитие СФ-тематики в Афонино теоретика Дениса Водолазова, пришедшего в ИФМ РАН после постдокторантуры в Антверпенском университете (Бельгия).

Перечисленные работы основаны главным образом на одном из возможных механизмов взаимодействия сверхпроводящего и магнитного типов упорядочения, а именно на электродинамическом (орбитальном) механизме. Однако несмотря на разнообразие возможных распределений магнитных полей в доменных структурах, задачи такого типа рано или поздно становятся компилятивными, и возникает насущная необходимость привлечения новой физики. И такой класс задач, связанный с

\*Пи-контакт — особый тип джозефсоновского перехода, при котором происходит сдвиг фаз волновых функций куперовских пар между сверхпроводящими электродами на значение числа «пи» (отсюда и название) (прим. ред.).



учетом обменного взаимодействия магнитного момента и электронов сверхпроводника, появился в нашей группе благодаря сотрудничеству с Александром Буздиным и путешествиям по маршруту Афонин — Бордо, поддержанным программой научного обмена ENS-Landau. Она была инициирована в 1990 г. Высшей нормальной школой (ENS, Париж) и Институтом теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН (Москва). В случае гибридных СФ-структур влияние обменного взаимодействия на сверхпроводящие электроны оказывается существенным в условиях так называемого эффекта близости, т.е. при не слишком большом сопротивлении границ раздела сверхпроводник — ферромагнетик. Причем, изменяя с помощью внешнего магнитного поля распределение магнитного момента, мы получаем возможность непосредственно управлять и спинами электронов в сверхпроводнике. Квантовомеханический характер их движения приводит при этом к весьма нетривиальному кругу явлений, которые можно объединить термином «сверхпроводящая спинтроника» (от англ. Spintronics — SPIN TRansport electrONICS). Среди наиболее известных спинтронных устройств можно назвать джозефсоновские контакты с перестраиваемыми соотношениями между сверхпроводящим током и разностью фаз волновых функций электронов и спиновые вентили (spin-valves — клапан, затвор), в которых критическая температура перехода контролируется взаимной ориентацией магнитных моментов в магнитных подсистемах (слоях). Инженерия токового соотношения может быть использована в конструировании кубитов (базовых элементов для хранения информации в квантовом компьютере) и для создания малощумных СКВИД-магнитометров (от англ. Superconducting Quantum Interference Device) — высокоточных устройств для измерения магнитного потока.

В настоящее время работы по сверхпроводящей спинтронике стали действительно «горячей темой». Обсуждение современного состояния этой и других проблем на рабочих совещаниях в Бордо объединило ряд ключевых экспериментаторов и теоретиков, предоставив им уникальную возможность обмениваться свежей научной информацией. В последние годы наше сотрудничество с местным университетом опиралось на финансовую поддержку европейской программы. Мы имели возможность посылать во Францию молодых сотрудников, и это обстоятельство, безусловно, расширило спектр задач. В их решении принимает участие молодое поколение теоретиков: Михаил Силаев, Иван Хаймович, Сергей Миронов, Антон Беспалов.

Контакты с европейскими группами, совместные результаты и публикации оказали положительное влияние на связи сотрудников нашей лаборатории внутри страны: с группами Валерия Рязанова (Институт физики твердого тела, г. Черноголовка Московской области), Михаила Куприянова (Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына МГУ), Ильгиза Гарифуллина (Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского) и Ленера Тагирова (Казанский федеральный университет).

Успешная работа по СФ-тематике и другим направлениям в течение заметного промежутка времени, публикации в высокорейтинговых журналах и конференционная активность открыли для трех молодых и инициативных сотрудников лаборатории возможность продолжения профессиональной карьеры за рубежом — в постдокторантуре. Безусловно, этот отъезд — свидетельство признания квалификации нашей группы и в этом плане является шагом вперед на пути к интеграции в мировое сообщество. Однако благоприятное влияние на отечественную науку мог бы оказать и обратный поток научных кадров. Но разрушительные события последнего времени, происходящие в РАН, делают эти надежды весьма призрачными. Поэтому, как и в 1990-е годы, сейчас основной повод для оптимизма дает старший состав лаборатории, которому значительно сложнее найти позиции за рубежом по возрастному признаку. Установленные международные связи должны помочь нам сохранить хотя бы часть коллектива и реализовать ряд увлекательных планов по СФ-тематике, оптимистически ориентируясь на старинный рыцарский девиз: «Делай то, что должно, и будь, что будет».

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ: ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПРИВЫЧНОГО

---

Доктора химических наук Виктор БАРЕЛКО, Дмитрий КИРЮХИН,  
Институт проблем химической физики РАН  
(Черноголовка, Московская область),  
доктор геолого-минералогических наук Олег САФОНОВ,  
Институт экспериментальной минералогии РАН  
(Черноголовка, Московская область),  
доктор химических наук Максим КУЗНЕЦОВ,  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС РФ  
(Москва)

---

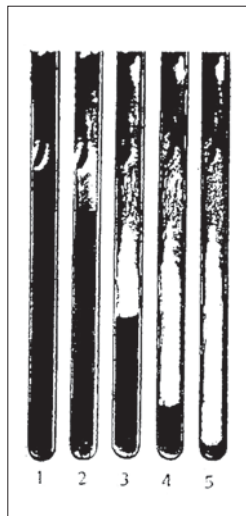
**Что общего в механизмах химических процессов во Вселенной  
при температурах близких к абсолютному нулю ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ , или  $0\text{ K}$ ),  
таких геотектонических явлений, как землетрясения,  
и геохимических превращений флюидов в земной коре?  
Для ответа на этот вопрос, как на первый взгляд это ни покажется странным,  
не обойтись без введения в геологическую науку представлений  
физики горения, взрыва, детонации и гетерогенного катализа.**

## «НЕПРАВИЛЬНЫЕ» РЕАКЦИИ

В начале 1980-х годов в Институте проблем химической физики АН СССР (Черноголовка) группа исследователей в составе Игоря Баркалова, Дмитрия Кирюхина, Анатолия Занина и Виктора Барелко в ходе изучения радиационно-химических превращений при температурах жидкого азота ( $77\text{ K}$ ) и жидкого гелия ( $4,2\text{ K}$ ) открыла удивительное явление. Были обнаружены реакции, протекавшие в твердой фазе в условиях сверхнизких температур с необычно высокими скоростями, сопоставимыми с теми, которые характерны для химии высокотемпературных процессов горения и взрыва. Эксперимент заключался в следующем. В ванну, наполненную жидким азотом или жидким гелием, в присутствии гамма-излучения помещалась твердая

замороженная смесь углеводорода метилциклогексана и хлора. Признаков химического взаимодействия она не проявляла. (Заметим, что в обычных условиях при комнатной температуре эти два вещества активно реагируют друг с другом с образованием хлорметилциклогексана.) Однако при механическом воздействии с локальным разрушением образца происходило иницирование высокоскоростного реакционного процесса, регистрируемого калориметром.

К настоящему времени экспериментально показано, что открытое явление присуще широкому кругу химических реакций, таких как полимеризация и сополимеризация различных мономеров, хлорирование предельных углеводородов, гидробромирование олефинов в кристаллическом и стеклообразном



**Кинограмма процесса распространения фронта волны полимеризации ацетальдегида при 77 К. Доза предварительного облучения 300 кГр, скорость распространения около 1 см/сек. Диаметр ампулы 8 мм. Скорость бегущей волны регистрируется калориметрически и визуалью с применением скоростной кинокамеры.**

состоянии. Во всех перечисленных системах в условиях температур жидкого азота и гелия при внесении локального механического возмущения в эту твердую замороженную, казалось бы, инертную смесь реагентов происходило «зажигание» реакционного процесса и формировался самопроизвольно развивающийся режим быстрого химического превращения, т.е. наблюдался процесс, который в соответствии с классическими представлениями химической науки невозможен при температурах вблизи 0 К.

По результатам этих и последующих подобных экспериментов опубликовано более полутора сотен статей, сделано множество докладов на отечественных и международных конференциях. Такая обширная апробация обнаруженных явлений позволила предложить новую систему подходов в химической науке (осмелимся сказать, «новую парадигму»), реально существующую параллельно с классической химией, фундаментальная концепция которой — представление об экспоненциальной зависимости скорости химического превращения от температуры («закон Аррениуса»).

Открывшие обсуждаемый эффект исследователи сформулировали рабочую гипотезу для его объяснения, построенную на введении представлений о действии в рассматриваемых системах нелинейного механизма, управляемого посредством обратной связи механохимической природы. Заключается он в том, что разрушение образца реагентов ведет к появлению сколов с активными поверхностями, на которых и происходит химическое превращение, а уже оно, в свою очередь, провоцирует активирующее размельчение твердой смеси и «зажигание» реакции в соседнем слое образца. Таким образом формируется самоподдерживающийся режим развития твердофазной химической реакции.

Предложенные подходы связывали потерю устойчивости криосистемы с внесением локальных возмущений и предполагали реализацию в изучаемых твердофазных объектах аномально быстрых режимов протекания химического процесса в условиях сверхнизких температур. Распространение реакции по образцу от зоны

«зажигания» происходило в форме бегущего фронта превращения — аналогично бегущим волнам в высокотемпературных процессах горения. Для регистрации фронтального режима была проведена серия экспериментов, в которых локальное разрушение создавалось, например, простым поворотом замороженного в образце стержня. В первых же опытах был зарегистрирован «автоволновой» режим химического превращения в замороженной твердой матрице реагентов.

Для исключения влияния теплового фактора опыты проводили и на малоразмерных образцах: бегущая волна реакции инициировалась в капиллярах и даже в тонких пленках (от укола иглы!), погруженных без оболочки в ванну с жидким азотом. Ключевую роль хрупкого характера разрушения подтвердил и такой эксперимент. Если удар «запальной иглы» по образцу с легкостью «зажигал» волну, то медленное его нагружение (т.е. локальное пластическое деформирование) не приводило к инициированию реакционного процесса.

Созданная теория и разработанные на ее основе математические модели процесса позволили получить оценочные значения скорости распространения фронта волны, которые оказались близкими к экспериментально измеренным (по порядку величин см/сек). При температурах 4–77 К они соизмеримы (а могут быть много выше, как будет показано далее) со скоростями горения в твердофазных ракетных двигателях, реализующихся при температурах в тысячи градусов!

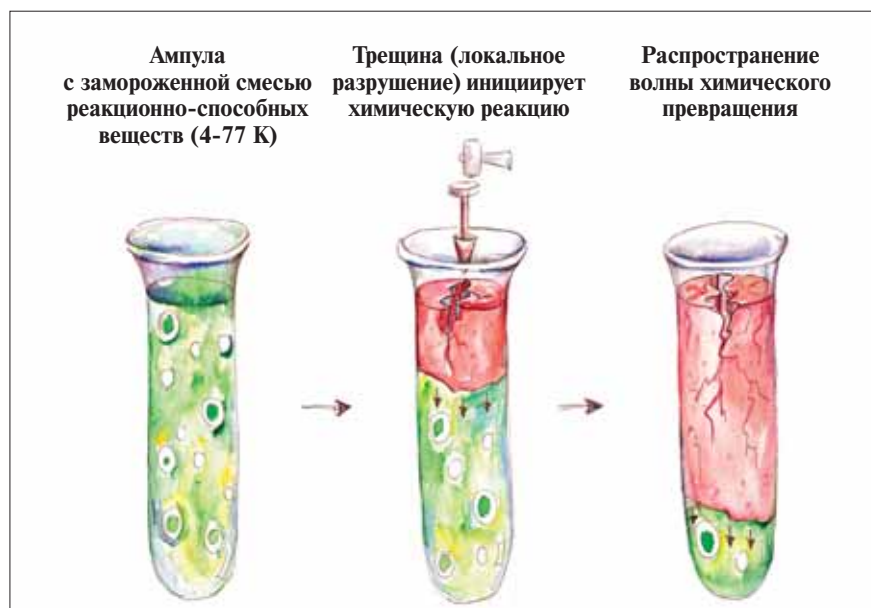
Чрезвычайно интересным в проведенных исследованиях оказался следующий экспериментальный факт. На динамику развития автоволнового процесса сильнейшее влияние оказывало место его инициирования — сверху (со стороны свободной поверхности) или снизу (со дна пробирки-ампулы). В последнем случае скорость волны превращения оказалась значительно более высокой. Так, например, в реакциях твердофазного хлорирования углеводородов различие составляло два порядка — м/сек!

Было найдено объяснение и этому явлению. Дело в том, что при инициировании волны в нижней части ампулы «механическая разгрузка» образца затруднена постоянно действующей твердой пробкой из непрореагировавших реагентов. Это обеспечивает более полное использование механического действия бегущего фронта на запуск реакции в соседних слоях исходной смеси замороженных реагентов, что сопровождается ускорением автоволнового процесса превращения. Иными словами, при инициировании снизу действует ударно-волновой механизм диспергирования вещества во фронте, обусловленный различием плотностей исходного и прореагировавшего вещества. По своей сущности он близок к детонационному, а точнее — к механизму «безгазовой» детонации. При инициировании же со стороны свободной поверхности механическая разгрузка облегчена, и основным «стартером» служит тепловой фактор: «зажигание» реакции в волне превращения вызывается критическим значением перепада температур по ширине фронта.

По аналогии с классическим горением возможен и спонтанный переход от «дефлаграции» (медленного горения) к детонации. Он наблюдался, например, в



*Схема волнового распространения фронта химической реакции или взрывоподобного распада метастабильной фазы.*



криохимических экспериментах по сополимеризации ацетальдегида (уксусного альдегида) с цианистым водородом.

### ЧТО ДЕМОНИСТРИРУЮТ МОДЕЛИ?

Открытие высокоскоростных криохимических реакций позволило авторам заявить о реальности участия этих механизмов в процессах холодной химической эволюции вещества во Вселенной и о возможной роли космохимических превращений в предбиологических стадиях зарождения жизни в условиях холодного космоса. Концепция, построенная на «экспансии» феноменологии горения, взрыва, детонации в сферу космохимии, может дать ответ на загадку о том, почему холодные планеты Солнечной системы, такие как Плутон, покрыты корой, состоящей из метана и аммиака — соединений, в земных условиях образующихся только при очень высоких температурах и давлениях в присутствии катализаторов.

Результаты упоминавшихся исследований автоволновой криополимеризации в системе ацетальдегид-цианистый водород (существование этих соединений достоверно установлено в космосе) прямо говорят о возможности образования макромолекул в условиях низких температур и радиации космического пространства. Более того, обозначенный реакционный процесс можно рассматривать как основу предбиологической химической эволюции вещества, так как подобные превращения приводят к образованию аминокислот и других больших молекул в холодной Вселенной. Кстати, гамма-излучение, присутствующее в лабораторных экспериментах, моделирует излучение космическое, а оно, как показано, оказывает непосредственное влияние на процессы формирования макромолекул в условиях, столь отличающихся от земных.

А теперь коснемся совсем другой области...

### ОТ КОСМОХИМИИ К ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

В этой науке существуют важные проблемы, относящиеся к представлениям об устойчивости метастабильных, т.е. термодинамически неравновесных, состояний, к описанию условий и динамики их распада при переходе в устойчивые, стабильные фазы. Здесь можно упомянуть примеры из физики металлов (например, процессы так называемых мартенситных превращений, протекающие в режиме «взрывной» рекристаллизации и реализующиеся в технологии производства сверхпластичных сплавов и изделий, восстанавливающих первоначальную форму при нагреве после пластической деформации), а также из физики полупроводников (устойчивость аморфных, стеклообразных состояний, стабильность полупроводниковых пленочных изделий, процессы «взрывной кристаллизации» переохлажденных жидких сред).

Мы полагаем, что применение к описанию этих процессов предложенной концепции, основанной на феноменологии горения, взрыва и детонации, окажется весьма продуктивным инструментом. Здесь следует упомянуть о том, что базовая математическая модель явления «безгазовой» детонации, возникающей при распаде метастабильных фаз, построена с участием нашего французского коллеги — физика-теоретика Алена Пумира (Институт нелинейных проблем, Ницца). С использованием данной модели теоретически было показано, что по механизму «безгазовой» детонации волна распада метастабильного состояния реализуется со сверхзвуковой скоростью в ответ на внесенное локальное механическое возмущение (В. Барелко и др., Известия РАН, Серия химическая, 2011, № 7).

Для иллюстрирования реальности феномена «безгазовой детонации» напомним о явлении, открытом алхимиками полтысячелетия назад и названном ими «взрывом батавской слезки», или «взрывом капли



*Поверхность Плутона покрыта льдами из метана и азота, содержащими в своем составе аммиак и углеводороды. Атмосфера планеты разрежена и состоит из газообразного метана с примесью инертных газов.*

принца Руперта Баварского»: закаленные в водяной ванне, аморфные по фазовому состоянию капли расплава силикатного стекла мгновенно и без всяких следов газообразования взрываются (вследствие фронтальной взрывной кристаллизации), превращаясь в пыль, в ответ на слом их хвостиков. Согласно проведенным оценкам, сверхзвуковые скорости детонационных волн разрушения «слезок», измеренные оптическим методом, имеют величину порядка км/сек!

#### ОТ ТЕОРИИ ВЗРЫВА ДО ГЕОТЕКТониКИ

В начале 1990-х годов в Кемеровском государственном университете проводились исследования динамической картины процесса детонации азотных соединений тяжелых металлов (азидов свинца, серебра и др.) — классических объектов инициирующих взрывчатых веществ. В эксперименте задействовали одиночный кристалл азидата, а динамику его разложения регистрировали по изменению прозрачности. При анализе осциллограмм была обнаружена быстропротекающая стадия помутнения кристаллика, предшествующая газодетонационной стадии его химического разложения. В процессе обсуждения обнаруженного эффекта был сделан вывод о том, что первичная стадия представляет собой процесс фазового распада метастабильного состояния исходного кристаллического образца, протекающего без газовыделения с детонационными скоростями и сопровождающегося послойным диспергированием кристалла с потерей его прозрачности.

Вывод о роли «безгазовой» детонации в динамике распада инициирующих взрывчатых веществ был позитивно воспринят физиками — специалистами в области взрыва и положен в основу нового подхода к раскрытию механизма чувствительности взрывчатых веществ к трению и удару. Если ранее считалось, что при ударе происходит локальный разогрев, инициирующий газодетонационное разложение заряда

взрывчатого вещества, то в соответствии с предложенной концепцией именно разрушение образца с образованием активных, реакционно-способных сколов является истинной причиной инициирования взрывного процесса. Так соединились идеологические основы механизмов возбуждения ударным воздействием криохимических превращений и механизмов инициирования превращения традиционных взрывчатых веществ.

На основе рассмотренных выше общих представлений о природе быстропротекающих автоволновых процессов в криохимии и физике фазовых превращений в твердом теле был предложен совершенно новый подход к раскрытию механизмов и описанию динамики геотектонических явлений и землетрясений. Развита концепция построена на представлениях о реализации взрывных (именно взрывных!) режимов полиморфных превращений метастабильных фаз в земной коре. Такие фазовые переходы сопровождаются существенными изменениями плотностей горных пород, что приводит к значительным, достигающим земной поверхности деформационным перестройкам земных пород, т.е. в итоге — к возникновению землетрясений. Математический аппарат для описания такого рода процессов развит авторами на основе теории «безгазовой» детонации.

Что же касается метастабильных фазовых состояний в земных породах, то они действительно существуют и весьма распространены. Рассмотрим некоторые примеры полиморфных превращений, реально существующих в земной коре и мантии. Яркими примерами фазовых переходов в породах земной коры и верхней мантии (до глубин порядка 300 км) служат полиморфные модификации углерода (алмаз, графит, лонсдэлит, чаоит) и кремнезема (кварц, кристобалит, тридимит, коэсит, стишовит). Но особо это актуально для мантии Земли, составляющей около 83% объема планеты. Неудивительно, что при таких масштабах мантии по фазовому состоянию существенно неоднородна. В ней на различных глубинах выделяются многочисленные разделы как глобального, так и локального характера, на границах которых сейсмические волны испытывают наибольшие изменения скоростей, что соответствует резким градиентам плотности вещества. Таковы, например, главные сейсмические разделы на глубинах 410, 520 и 670 км. В основе петрологических интерпретаций глубинных геофизических разделов лежат различные модели состава мантии. В настоящее время среди геологов, геофизиков и геохимиков наиболее популярна модель гомогенной «пиролитовой» мантии австралийского ученого Альфреда Рингвуда. В этой модели геофизические разделы выступают как границы фазовых изохимических переходов в минералах, составляющих породы мантии, главным образом, в оливине — твердом растворе состава  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ , содержание которого в веществе мантии составляет до 57% общего объема. Так, границу 410 км отождествляют с глубиной и давлением (14–15 гигапаскалей), где происходит превращение оливина в более высокоплотную ромбическую фазу того же состава — вадслеит. Границе 520 км приписывают дальнейший переход

**Схематическое изображение механизма землетрясения, вызванного взрывоподобным распадом метастабильной породы в земной коре.**



вадслеита в кубическую модификацию — рингвудит при давлении 17–18 гигапаскалей. Однако помимо оливина фазовые переходы испытывают и другие минералы мантийных пород, такие как пироксены (Ca, Mg, Fe, Na)(Mg, Fe, Al)Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, гранаты (Ca, Mg, Fe, Na)<sub>3</sub>(Al, Cr, Si)<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub> и другие.

В зонах сочленения континентов и океанов, где океаническая кора погружается под континентальную, т.е. в так называемых зонах субдукции, огромную роль играют фазовые переходы в SiO<sub>2</sub>: кварц—коэсит—стишовит.

Все указанные фазовые превращения осуществляются через метастабильные состояния вещества. Иными словами, для описания условий инициирования и динамики развития этих превращений, а также для рассмотрения роли данных процессов в геотектонических явлениях и землетрясениях вполне обоснованно привлечение рассмотренных выше представлений о природе быстропротекающих, взрывных процессов, сопровождающих распад метастабильных фаз.

Согласно официально существующей практике оценки, причины возникновения землетрясений подразделяются на имеющие природный (естественный) и антропогенный характер. К естественным причинам относятся обвальные и вулканические явления (когда небольшие подземные толчки могут вызвать подъем лавы при вулканических извержениях). К антропогенным причинам следует отнести ядерные взрывы, а также любую производственную и прочую активность человека. Отметим, что в ряду возможных причин землетрясений процессы полиморфных превращений и взрывного распада метастабильных пород в земной коре до настоящего времени даже не фигурировали.

Чтобы построить полную, непротиворечивую картину геотектонических катастроф, развивающихся по механизмам взрывоподобных распадов метастабильных фаз в земной коре, необходимо предложить «лабораторные» модели землетрясений. В качестве одной из них может быть рассмотрено упоминавшееся выше явление «взрыва батавской слезки». Кстати, и «слезки», и подавляющее большинство пород в земной коре и мантии имеют одну и ту же силикатную основу.

Некоторой настольной аналогией фазовых превращений в магматических процессах могут являться кристаллизационные грелки многоразового действия — товар, который продается в аптеках. В них в пере-

охлажденном (метастабильном) расплаве соли может быть инициирован автоволновой режим фронтальной кристаллизации путем локального «зажигания» механическим (кавитационным) воздействием. Пользователь грелки визуально регистрирует бегущую волну взрывной кристаллизации по изменению прозрачности расплава соли. При определенных условиях такая волна может ускоряться и переходить в «безгазовую» детонационную. Это не опасно для человека, просто кристаллизация расплава будет осуществляться с более высокими скоростями. Что-то подобное, связанное с изменением плотности вещества в ходе фазового превращения, и происходит в недрах, а здесь, наверху, ощущаются время от времени толчки, т.е. выходы на поверхность волн — последствий распадающихся метастабильных фаз в земных породах.

Пока ни развитая теоретическая основа сформулированной концепции, ни имеющийся экспериментальный материал не дают прямых ответов на вопросы, касающиеся предсказания или предотвращения землетрясений. Однако предлагаемые в соответствии с данной теорией новые подходы к описанию механизмов инициирования и распространения геотектонических явлений имеют, несомненно, большое значение для геофизики и сейсмологии. Их следует также учитывать при изучении вопросов прогнозирования и предупреждения землетрясений наряду с традиционными используемыми методами.

### МЕХАНИЗМЫ «ПАРОВОГО ВЗРЫВА»

От взрывоподобных распадов метастабильных фаз в твердом теле перейдем к явлениям взрывного вскипания перегретой жидкой среды. Недавний взрыв Челябинского метеорита произвел на всех тяжелое впечатление. Мы уже писали об этом\*, полагая, что его причину следует искать в ряду газодетонационных механизмов образования сверхзвукового фронта ударной волны, а именно — в реализации механизма «парового взрыва». Нам представляется весьма обоснованным обращение к процессу взрывного объемного вскипания перегретого до нескольких тысяч градусов тела или его части.

Действием парового взрыва хорошо объясняются и, например, такие явления в вулканологии, как «фре-

\*См.: В. Барелко и др. Почему взорвался Челябинский метеорит? — Наука в России, 2014, № 1 (прим. ред.).



атические извержения», возникающие при контакте магмы и ее потоков с водосодержащими флюидными средами в земной коре или с расположенными на вулканических куполах ледниковыми покрытиями. Развиваемая концепция чрезвычайно важна еще и потому, что может существенно помочь в объяснении техногенных катастроф, например, на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г.

Паровой взрыв относится к тем нелинейным явлениям, физические основы которых строятся на привлечении аппарата химической физики, феноменологии горения, взрыва, детонации. Выше мы уже рассмотрели примеры развития такого рода междисциплинарных концепций применительно к космохимии и геотектонике, к описанию взрывоподобных режимов распада метастабильных состояний вещества в физике твердого тела и металловедении, к «взрывной кристаллизации» переохлажденного расплава в магматических процессах.

Есть еще одно, в буквальном смысле — глобальное, применение представлений и методов химической физики. И опять под землей...

#### **ЗЕМНАЯ КОРА — КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР**

Рассмотрим теперь вопрос об участии каталитического фактора в процессах химических превращений флюидов в недрах Земли. Геохимия флюидов занимает важное место в науках о Земле. Их роль в процессах химической и физической эволюции пород коры и мантии хорошо известна. В присутствии флюидной фазы на порядки ускоряются реакции между минералами, рост и растворение минеральных зерен, интенсифицируются процессы плавления и полиморфные превращения, что в значительной степени способствует развитию разнообразных видов деформаций и рекристаллизационных явлений в минеральных структурах. Обратный же процесс — каталитическое воздействие горных пород и минералов на химические реакции между компонентами флюидов — является практически неисследованной областью геохимии флюидно-минеральных взаимодействий.

Утверждение о существенной роли каталитических механизмов в процессах химических превращений флюидов при их фильтрации через массивы пород земной коры имеет под собой следующие веские основания. Во-первых, горные породы, основу которых составляют  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , модифицированные каталитически активными «металлическими» компонентами, представляют собой аналог традиционных каталитических систем, используемых в промышленных технологиях. Во-вторых, температурные и барические условия существования потоков флюидов в коре и мантии благоприятны для реализации в природных условиях множества созданных на Земле индустриально важных каталитических процессов. При этом компоненты, формирующие потоки флюидов ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), следует рассматривать как исходное сырье для каталитической генерации широкого спектра различных продуктов химических превращений.

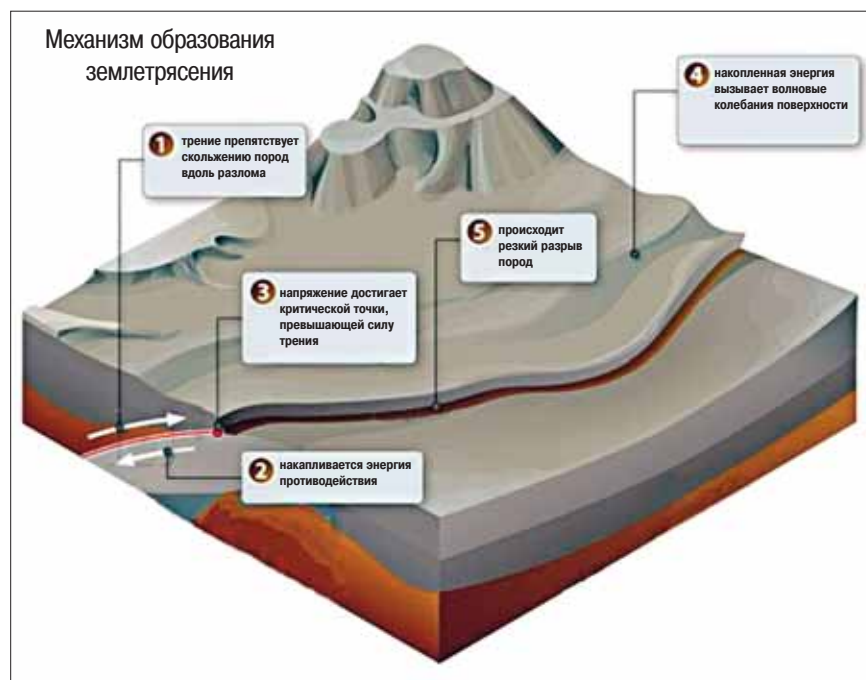
Анализ возможных маршрутов каталитических превращений флюидов в земной коре показывает

реальность осуществления в геологических условиях процессов, аналогичных промышленным технологиям. Важнейшими из них являются процессы абиогенного, воспроизводимого образования месторождений углеводородов в земных условиях, а именно — синтез углеводородов и их кислородсодержащих производных в результате реакций  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  по механизму, близкому к известному в технологической практике процессу Фишера–Тропша, который используется для производства синтетического топлива. Также промышленными каталитическими процессами, воспроизводимыми в естественных геологических условиях, служат: каталитический пиролиз тяжелых углеводородов (нефтей), известные в технологии нефтепереработки как каталитический крекинг, платформинг, риформинг, и каталитический синтез аммиака из  $\text{H}_2$  и  $\text{N}_2$ , известный в прикладном катализе как синтез Габера.

Первым шагом в решении поставленной задачи стало экспериментальное изучение каталитической активности серпентинита — широко распространенной породы земной коры. В качестве исследуемой каталитической системы на этом этапе была выбрана реакция паровой конверсии метана — реакция образования «синтез-газа» (Барелко и др., Доклады РАН, 2013, т.453, № 4). Флюиды, основу которых составляют  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , — один из наиболее распространенных типов флюидов в литосфере Земли. Серпентинит как по своему составу ( $\text{MgO-SiO}_2$  — основа, легированная каталитически активными компонентами Fe, Ni, Cr), так и по структуре (тонковолокнистая, тонкопористая матрица) — весьма близкий аналог традиционно используемых в промышленном катализе соответствующих искусственных материалов.

В экспериментах использовали образец массивного серпентинита из Богородского месторождения (Южный Урал). Важно отметить, что какой-либо предварительной обработке, помимо дробления, он не подвергался. В ходе эксперимента было выявлено, что конверсия метана в водород возрастает с температурой и при  $825^\circ\text{C}$  составляет 14%; конверсия метана в  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  при той же температуре — 3% по каждому компоненту; неожиданным результатом стало обнаружение в продуктах превращения  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . В технологическом процессе паровой конверсии метана на стандартных катализаторах кислородсодержащие углеводороды не образуются. Не исключено присутствие в продуктах опытов более сложных кислородсодержащих углеводородов. Однако количественное измерение и сведение баланса продуктов конверсии требует перехода к новым измерительным средствам, что выходило за рамки задач данного этапа исследований.

На основе результатов проведенных экспериментов можно констатировать, что серпентинит обладает весьма удовлетворительными качествами каталитического материала в процессе паровой конверсии метана. В условиях очень малого времени контакта флюидного паро-метанового потока с этой породой были зарегистрированы достаточно высокие степени конверсии  $\text{CH}_4$  в водород- и кислородсодержащие соединения.



**Принятые в геофизике представления о причинах возникновения землетрясений. В перечне отсутствуют катастрофы, вызванные полиморфными превращениями и взрывными распадами метастабильных пород в земной коре. По материалам сайта РИА «Новости».**

С геохимической точки зрения можно предположить, что в природных условиях эти превращения флюидов могут происходить, в частности, в ходе эволюции флюидной фазы, сопровождающей образование кимберлитовых трубок. Серпентин (минерал горной породы серпентинита) — главная составляющая основной массы кимберлитов, а температуры извержения кимберлитовой магмы вблизи земной поверхности вполне могли достигать 800–900°C. Действительно, интенсивные потоки  $H_2$  и  $CH_4$  (до 105 м<sup>3</sup>/сут), а также присутствие углеводородов зафиксированы в скважинах некоторых кимберлитовых трубок Якутии, например, в скважине трубки «Удачная».

Проведенные эксперименты, по нашему мнению, должны стимулировать систематические исследования каталитических свойств широкого спектра пород земной коры по отношению к разнообразным маршрутам химических превращений компонентов флюидов и тем самым к дальнейшему развитию малоизученного направления в геохимии — «каталитической геохимии». Для совершенствования каталитической концепции необходимо привлечь весь теоретический и экспериментальный потенциал фундаментального катализа, накопленный за время существования этого направления в физической химии. Например, к анализу механизмов «очаговой кластеризации» залежей полезных ископаемых в земной коре может быть привлечена теория «доменной неустойчивости» каталитических процессов, развитая применительно к явлению пространственно-временного структурирования режимов работы промышленных каталитических реакторов. Очевидно, что при решении этих задач необходимо отступить от классического для геохимии подхода о термодинамическом равновесии и принять

во внимание, что химические процессы в земной коре протекают в неравновесном режиме.

Представленный в данной статье материал, как уже убедился читатель, имеет междисциплинарный характер. Работы, проведенные на стыке таких различных областей науки, как химическая физика и геология, позволили развить новые, нетрадиционные подходы к пониманию природы и механизмов космохимических и геотектонических процессов, полиморфных превращений и геохимии флюидов в земной коре, природы взрывных явлений в метеоритике и вулканологии. Многоплановые результаты этих исследований стали возможны благодаря привлечению в геологическую науку и вообще в науки о Земле представлений физики горения, взрыва, детонации, каталитической химии. Авторы отдают себе отчет в том, что сформулированные концепции в ряде утверждений носят дискуссионный характер. Однако именно это обстоятельство и создает основу для их развития силами творческой кооперации химиков, физиков и геологов.

Авторы выражают благодарность кандидату физико-математических наук Михаилу Дроздову (филиал Института новых энергетических проблем химической физики РАН, Черноголовка, Московская область) за обсуждение и помощь в подготовке статьи.

*Иллюстрации предоставлены авторами*

# ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ САДОВОДСТВО

---

Член-корреспондент РАН Владимир ЖИРОВ,  
директор Полярно-альпийского ботанического сада—института (ПАБСИ)  
им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН;  
кандидат биологических наук Оксана ГОНТАРЬ,  
заместитель директора по научной работе

---

**Садовая и экологическая терапия — современные актуальные медико-педагогические направления, крайне важные для населения северных регионов России, в частности Мурманской области, испытывающей постоянное воздействие неблагоприятных антропогенных и природных факторов. В европейских странах и в Америке эти подходы широко известны, однако в нашей стране они, к сожалению, до сих пор не слишком востребованы. Между тем активное развитие и применение садовой терапии представляет собой важный шаг на пути к всестороннему использованию инновационного потенциала Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра РАН и других ботанических садов РФ.**

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ САДА

На Кольском полуострове, почти в самом центре Хибин, расположился Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН\* — самый северный в России, первый из трех ботанических садов в мире за Полярным кругом и старейший институт РАН в Мурманской области.

\*См.: В. Жиров, Л. Лукьянова. Оазис в Хибинах. — Наука в России, 2010, № 2 (прим. ред.).

Сад был организован 26 августа 1931 г., когда в отношении человека к природе царствовал мичуринский принцип, а до общественного признания экологических ценностей оставалось больше 40 лет. Несмотря на это, одновременное появление на карте Мурманской области города Хибинского (впоследствии Кировска), комбината «Апатит» и Полярно-альпийского ботанического сада говорит о том, что уже тогда руководители региона мыслили экологиче-





**Дендрарий ПАБСИ**  
на склонах Хибинских гор.



**Питомник акклиматизированных**  
**интродуцентов ПАБСИ.**

ски, не отделяя возведение промышленных гигантов от «зеленого» строительства.

Со дня основания Сада его главная задача — озеленение населенных пунктов Мурманской области — решалась с помощью растений, интродуцированных из других регионов для последующего использования в озеленительных целях. В результате работ нескольких поколений сотрудников Сада были испытаны тысячи интродуцентов из различных стран и континентов, многие из которых значительно обогатили растительные ресурсы Крайнего Севера. Сейчас коллекции живых растений ПАБСИ представлены более чем 1300 видами, из которых около 200 являются лекарственными. Так, на основе самых устойчивых и продуктивных «переселенцев» был разработан зональный ассортимент для озеленения северных городов, промышленных территорий и садовых участков, который постоянно обновляется. В состав его последней (2008 г.) версии входят 43 вида деревьев, 83 — кустарников, 4 — лиан и 197 — травянистых ра-

стений. Все города Мурманской области озеленены растениями из питомников Сада.

### **СОЦИАЛЬНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ПАБСИ**

Востребованность научных исследований ПАБСИ с самого начала была главным вектором его дальнейшего развития, и акклиматизированные Садам растения служили не только основой работ по озеленению городов и поселков региона, но и экологического просвещения населения. «Все части Сада должны служить двум основным целям: научно-исследовательской, с установкой на хозяйственное освоение, и неразрывно связанной с ней — культурно-просветительной» — писал еще в 1931 г. основатель и первый директор Сада, советский геоботаник Николай Аврорин (1906-1991) в проекте его создания.

Долгие годы просветительская работа Сада ограничивалась популяризацией достижений интродукции и акклиматизации растений в форме экскурсий по его



питомникам, лекций по садоводству и огородничеству. В последние десятилетия эта деятельность получила заметное развитие: ежегодно Сад посещает более 10 000 экскурсантов и проводится до 600 экскурсий. Коллекции живых растений и заповедная садовая территория служат местом прохождения практик по биологии и экологии для студентов многих областных, центральных и зарубежных университетов. Сад является базовым академическим институтом кафедры геоэкологии Апатитского филиала Мурманского государственного технического университета и экологического факультета Кольского филиала Петрозаводского государственного университета. Придавая большое значение интеграции академической науки с высшей школой, сотрудники Сада не оставляют без внимания и среднюю школу, и дошкольные учреждения. А результатом этой работы стали две программы дополнительного образования: для дошкольников — «В царстве растений» и учащихся начальных классов — «Путешествие в мир северной природы».

Важную роль в дальнейшем совершенствовании и специализации социальной деятельности ПАБСИ и ее расширения до здравоохранения сыграли усиление геополитической роли Крайнего Севера в жизни нашей страны и связанные с этим новые подходы к улучшению здоровья жителей северных регионов. К сожалению, в силу сочетания неблагоприятных природных и антропогенных факторов Мурманская область отличается достаточно экстремальными условиями для жизни человека, которые не могут не влиять на общественное здоровье. В частности, это относится к его психическому состоянию. По данным регионального Министерства здравоохранения, сейчас здесь проживает около 10 тыс. больных с разными нарушениями психической деятельности (около 1 % общей численности населения), причем заболевае-

#### **Психологический тест по изучению пространственного восприятия.**

мость расстройствами психики и нервной системы неуклонно растет.

Таким образом, необходимость поиска новых подходов к решению проблемы психического здоровья местных жителей и дальнейшая специализация образовательно-просветительской деятельности ПАБСИ логично привели к формированию новых социально-значимых направлений садовой и экологической терапии, связанных с разработкой специализированных образовательно-реабилитационных программ на основе коллекций живых растений и других экспозиций Сада для людей, страдающих нервными и психическими расстройствами.

#### **ЧТО ТАКОЕ САДОВАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ?**

Американская ассоциация садовых терапевтов (AAGT) определяет садовую терапию (гартенотерапию, терапевтическое садоводство) как дисциплину, которая профессионально использует растения и садоводческие технологии в реабилитационных целях. Садовая терапия включает в себя стимуляцию процессов социальной адаптации и коррекцию поведения человека путем общения с растительным миром, иногда включая и животные объекты.

В последние 5 лет ПАБСИ совместно с рядом специализированных медицинских, социальных и образовательных учреждений Мурманской области занимается разработкой новых методов социальной адаптации больных, страдающих различными нервными и психическими расстройствами. В результате разработаны и применяются на практике реабилитационные программы «Гартенотерапия для детей и подростков», «Экотерапия для детей с психоневрологическими заболеваниями 1-3 группы инвалидности» и «Экотерапия для детей с речевыми нарушениями», получившие высокие отзывы медицинских специалистов и востребованные специализированными учреждениями ряда городов Мурманской области.

Эти программы сочетают в себе подходы активной и пассивной садовой терапии. Согласно первому (то есть активному), наиболее распространенному и популярному на Западе, пациент непосредственно занимается посадкой и уходом за растениями. Теоретические основы такого метода на сегодняшний день достаточно широко изучены и принципиально не различаются с основами традиционной трудотерапии, специализированной по сельскохозяйственному направлению.

#### **МЕТОДЫ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ САДОВОЙ ТЕРАПИИ**

А вот теория пассивной садовой терапии, в основе которой лежат терапевтические эффекты пассивного созерцания растительного ландшафта, до сих пор не разработана, хотя многовековой опыт при-



**Пациенты учатся проектировать ландшафты разных масштабов — от настольного до малых садовых форм.**



менения этого подхода свидетельствует о его высокой эффективности. В последние годы сотрудники ПАБСИ совместно со специалистами ряда областных социальных учреждений Мурманской области занимаются разработкой научных основ создания лечебных ландшафтов для различных групп пациентов.

С этой целью проводятся исследования особенностей пространственного и цветового восприятия людей, страдающих различными нарушениями психики и нервной системы. Базовая гипотеза исследований заключается в следующем: целый ряд психоневрологических патологий может быть связан с изменениями пространственного восприятия пациентов, в результате чего они могут существенно отличаться от здоровых людей по геометрии своих перцептивных пространств, в частности, соотношению размеров зон обратной и линейной перспектив. Можно предположить: в крайнем выражении такие изменения способны нарушить связь пациента с окружающим миром, способствуя проявлению аутических состояний.

Возможность коррекции нарушений пространственного восприятия связана с продолжительным созерцанием такого ландшафта, стереометрия и цветовая гамма которого были бы организованы с учетом этих нарушений. Изучение особенностей восприятия пространства пациентами с психическими заболеваниями различной этиологии проводится специ-



алистами на основе стандартных психологических тестов, а также оригинальной методики самостоятельного конструирования небольших ландшафтов. Ограничивающие условия такой работы связаны только с представляемыми для этого материалами, размерами и самой общей характеристикой композиции. При этом используемое разнообразие масштабов ландшафта от «игрушечного» (настольного) до небольшого садового (клумбы) позволяют соединить исследование визуальных предпочтений больных с терапевтическим воздействием гарденотерапии — как пассивного, так и активного типа.

Терапевтическое садоводство и экологическая терапия представляют собой актуальные медико-педагогические направления, особенно важные для населения не только Мурманской области, но и других северных регионов нашей страны, испытывающих массированное воздействие неблагоприятных антропогенных и природных факторов. Несмотря на широкое распространение этих подходов в ботанических садах и арборетумах Европы и Нового Света, в России они до сих пор не нашли должного признания. Положительным сдвигом следует считать организацию соответствующей комиссии при Совете ботанических садов России в ноябре 2013 г., в которую вошли представители четырех российских ботанических садов, включая ПАБСИ. Активное развитие садовой терапии представляет собой, в том числе, и важный шаг на пути к всестороннему использованию инновационного потенциала Полярно-альпийского ботанического сада-института.

*Иллюстрации предоставлены авторами*



# В ИНТЕРЕСАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

---

Марина ХАЛИЗЕВА,  
обозреватель журнала «Наука в России»

---

**Прогнозы Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) указывают на значительное увеличение в ближайшие 20 лет числа АЭС, проектируемых в разных концах света. Мирный атом способен повысить энергобезопасность государств, снизить влияние неустойчивых цен на органическое топливо, смягчить последствия изменения климата и сделать национальные экономики более конкурентоспособными. К таким заключениям пришли участники VI Международного форума «Атомэкспо-2014», проходившего под эгидой госкорпорации «Росатом» в июне 2014 г. на одной из деловых площадок столицы — в Гостином дворе, расположенном в 150 м от Кремля.**

**П**редыдущий съезд лидеров крупнейших компаний мира, работающих в атомно-энергетическом секторе, проходил в 2013 г. в Михайловском манеже Санкт-Петербурга\* и объединил свыше

\*См.: М. Хализева. Векторы развития атомной энергетики. — Наука в России, 2013, № 6 (прим. ред.).

2000 специалистов из 42 стран мира. На нынешний прибыли 3 544 делегата из 600 организаций (почти половина из них — зарубежные). Главная особенность форума — заинтересованное участие стран с быстроразвивающейся экономикой — Аргентины, Вьетнама, Индии, Индонезии, Малайзии, Турции,

Открытие VI Международного форума  
«Атомэкспо-2014» в столичном  
Гостином дворе.



На пленарном заседании форума  
«Атомная энергетика —  
условие энергетической стабильности».

ЮАР, испытывающих особую потребность в атомной энергетике.

#### КОММЕРЧЕСКАЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ АЭС

Заместитель генерального директора МАГАТЭ Александр Бычков, принявший участие в пленарном заседании, напомнил: сейчас в мире на стадии строительства находятся 72 энергоблока — на 10 больше, чем в прошлом году. К 2030 г. объем атомных мощностей вырастет в 2 раза и составит ~727 ГВт. Лидерами по этому показателю станут Китай и Южная Корея

(там мощность АЭС увеличат в 3,5 раза — с нынешних 83 до 268 ГВт). За ними идут страны Восточной Европы, планирующие нарастить силу энергоблоков в 2,5 раза — с 48 до 124 ГВт. Незначительный подъем атомной генерации эксперты ожидают в Северной Америке. В других частях планеты — Юго-Восточной Азии, Тихоокеанском регионе, Латинской Америке и Африке — эти процессы начнутся только после 2030 г.

На пленарном заседании обсуждали, как можно в краткосрочный период увеличить долю атомной электроэнергии в мировом энергобалансе (пока она



**Стенды топливной компании «ТВЭЛ» — одного из мировых лидеров в производстве ядерного «горючего».**

**Экспозиция концерна «Росэнергоатом».**

составляет лишь 15–17%). Генеральный директор госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко считает, что один из способов — снижение стоимости 1 кВт·ч на 10–15% за счет сокращения сроков сооружения станций, создания механизмов получения заемного финансирования на выгодных условиях, введения в эксплуатацию реакторов малой и средней мощности. Эти меры позволят удвоить долю атомной энергетики в общем производстве электроэнергии.

Кроме того, сейчас огромное значение приобретает коммерческая конкурентоспособность компаний — поставщиков ядерных технологий. Сегодня умения построить станцию уже недостаточно. Заказчик требует также обеспечить ее стабильную работу с хорошими экономическими показателями. Для этого ему надо помочь в подготовке кадров, передать технологии эксплуатации, отработать вопросы топливообеспечения и обращения с радиоактивными отходами, ремонта и демонтажа реакторов по истечению проектного срока службы. Одним словом, ответственность исполнителя контракта фактически растягивается на весь жизненный цикл АЭС, составляющий сегодня 60–80 лет. Немногие компании, работающие на рынке строительства атомных станций, способны сделать такое долгосрочное интегрированное предложение. «Росатом» — в числе «избранных». Госкорпорация предлагает полную линейку продуктов по всей технологической цепоч-

ке: от добычи природного урана до вывода АЭС из эксплуатации.

Более того, ведомство реализует пока редкую в отрасли схему build-own-operate (BOO), выступая в качестве инвестора и собственника в проектах сооружения энергетического объекта. Впервые по такой модели корпорация организовала работу с Турцией (АЭС «Аккую»). В 2013 г. на этих же принципах она подписала контракт с Финляндией на строительство электростанции «Ханхикиви». «Росатом» стал совладельцем местной компании «Fennovoima», приобретя 34% ее акций, и теперь как соинвестор развивает проект стоимостью ~ 4–6 млрд евро, рассчитанный на 10 лет (до 2024 г.). К слову, способность сделать комбинированное предложение значительно усиливает позиции ведомства на рынке ядерных услуг. Об этом говорила в интервью журналу «Вестник атомпрома» директор «Fennovoima» Минна Форсстрем: «Мы искали настоящего партнера, который имеет опыт, мотивирован и выполняет несколько ролей — как собственника, так и поставщика. «Росатом» отвечает всем этим требованиям, плюс эта корпорация берет на себя основную часть финансирования строительства. Мы считаем, что если компания способна на такие партнерские отношения, то взаимная мотивация участников позволит успешно реализовать проект».

2013 г., подчеркнул Кириенко, был очень удачным для госкорпорации, сумевшей в условиях изменения



**Экспозиция «Атомэнергомаш» —  
ведущей энергомашиностроительной  
компании России.**



**На выставочной площадке  
Гостиного двора.**

отношения к атомной энергии после аварии на японской АЭС «Фукусима-1» (2011 г.) нарастить портфель зарубежных заказов с 66 млрд дол. в начале года до 73 в конце. И по этому показателю она серьезно опережает своих конкурентов. Это значит, заметил руководитель ведомства, что в ближайшие 10 лет отечественные предприятия будут иметь стабильный источник для развития и инвестиций.

Рынок строительства АЭС в России, по мнению Кириенко, не такой масштабный по сравнению с потенциальной мировой потребностью. И тем не менее, согласно программе развития отрасли в РФ до 2020 г., «Росатому» предстоит вводить не менее 1 ГВт энергетических мощностей ежегодно. Суммарная мощность АЭС к обозначенному сроку должна составить ~ 28 ГВт.

## **ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ И ЕГО ОТХОДЫ**

Интенсивное развитие атомной энергетики заставляет специалистов все большее внимание уделять системам промышленных технологий замкнутого ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Речь идет о способах обращения с тем самым ураном-235, который отработал в реакторе, но его энергетический потенциал (содержание активных долгоживущих радионуклидов) остается еще очень высоким, что создает существенные риски для безопасности населения и окружающей среды. Как перерабатывать и хранить такие «отходы»? Эти проблемы обсуждали за круглым столом крупнейшие игроки рынка услуг ЯТЦ — представители России, Франции, Германии, Румынии и Великобритании.



**Макет реактора на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем БН-800 в масштабе 1:50 (разработка Опытного конструкторского бюро машиностроения им. И.И. Африкантова, г. Нижний Новгород), на котором будут отрабатывать технологию использования уран-плутониевого мокс-топлива.**

Отметим, что тема использования новых технологий при долговременном хранении радиоактивных отходов (РАО) актуальна для всех стран, развивающих атомную энергетику. У многих уже есть собственные решения. Например, Франция, создавшая на северо-востоке страны в регионе Шампань с его обширными виноградниками подземную исследовательскую лабораторию для изучения возможности глубинного захоронения высоко- и среднеактивных РАО. Как ни парадоксально, но именно эти живописные окрестности сыграли важную роль в принятии решения о сооружении здесь подземного хранилища. Дело в том, что здесь залегают пласты глин, которые обладают хорошей сорбционной способностью и низкой водопроницаемостью. «Накопленным за время работы нашей подземной научно-исследовательской лабораторией опытом, — сказал в ходе дискуссии за круглым столом директор департамента международного сотрудничества Национального агентства по обращению с РАО «Andra» (Франция) Жеральда Узуняна, — мы готовы поделиться с российскими коллегами».

В свою очередь, заместитель директора Государственного унитарного предприятия «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (Россия) Николай Лобанов рассказал о продвижении отечественного проекта по созданию в Нижнеканском гранитоидном массиве (Красноярский край) исследовательской лаборатории для изучения

возможности создания здесь объекта окончательной изоляции кондиционированных РАО\*. Лабораторию, по его словам, разместят на глубине ~ 500 м на площади около 1 км<sup>2</sup>. Конструктивно она будет представлять собой комплекс горных выработок, включающий камеры для контейнеров с отходами, горизонтальные и вертикальные стволы для вентиляции, транспортировки грузов и оборудования, а также другие элементы вспомогательного назначения. Пустоты в камерах захоронения РАО после установки контейнеров будут заполнять твердеющей закладкой на основе цементно-бentonитовой смеси. Вертикальные выработки диаметром 6 м и глубиной 508 м оборудуют устройствами для спуска, подъема людей и грузов в ходе разведочных мероприятий, строительства и эксплуатации лаборатории. В настоящее время, отметил Лобанов, специалисты готовят проектную документацию объекта. Эта работа, включая проведение экспертных процедур, будет завершена в конце 2015 г. Пусковой комплекс планируют ввести в строй к 2021 г.

По словам главы российского оператора, вопрос размещения площадки изоляции радиоактивных отходов болезненно воспринимает общественность. «Страхи гипертрофированы и элемент радиофобии присутствует, — сказал он. — Но в то же время нельзя отказать населению и общественным организациям в справедливых вопросах и обеспокоенности. Мы эту обеспокоенность стараемся максимально снять через общественные слушания и открытость наших проектов». И добавил: «Несмотря на то, что задача изоляции РАО в первую очередь экологическая, приходится констатировать: из всех отраслевых объектов наши разместить труднее всего».

### **В НОГУ С ЕВРОПЕЙСКИМИ ТЕНДЕНЦИЯМИ**

Международная специализированная выставка — смотр достижений мировой ядерной индустрии — становится визитной карточкой «Атомэкспо». Как и в предыдущие годы, свою продукцию здесь представили ведущие зарубежные предприятия — поставщики оборудования, комплектующих и услуг для отрасли, строительные компании, IT- и консалтинговые фирмы. В их числе — Комиссариат по атомной энергии и альтернативным источникам энергии Франции (CEA), Национальная ядерная корпорация Китая (CNNC), «Alstom» (Франция), «Rolls-Royce» (Великобритания), «Alfa Laval» (Швеция) и др. Но тон, конечно, задавали крупнейшие российские производители: госкорпорация «Росатом» и ее основные отраслевые предприятия.

\*См.: Уран, торий и энергетика будущего. — Наука в России, 2014, № 1 (прим. ред.).



**Генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации (WNA) Агнетта Ризинг пересыпает в руках желтый кек — концентрат природного урана ( $U_3O_8$ ) — исходный компонент ядерного топливного цикла.**

Многие участники использовали в подаче материала современные интерактивные технологии и креативный дизайн — мимо таких экспозиций трудно пройти мимо. В этом смысле «Атомэкспо» идет в ногу с современными европейскими тенденциями.

На стенде «Росатома» — неожиданный «экспонат»: желтый кек — концентрат природного урана ( $U_3O_8$ ), исходный компонент ядерного топливного цикла. Это соединение, может быть, и не столь «привлекательно» само по себе. Но его предлагали... пересыпать в руках, используя специальные перчатки.

ОАО «Атомэнергомаш» (входит в машиностроительный дивизион «Росатома») представил свои возможности по производству оборудования для атомной энергетики в формате диорамы. Посетителю наглядно показали весь цикл технологической цепочки предприятия от конструкторской разработки ключевых агрегатов для АЭС (промышленных реакторов, парогенераторов, энергетических котлов) до отгрузки готовой продукции с завода. Здесь же работали технические специалисты, в том числе конструкторы, рассказывающие об особенностях предлагаемых продуктов и услуг. У гостей стенда была возможность сделать моментальное фото на фоне эксклюзивных макетов оборудования холдинга.

«Росэнергоатом» — оператор отечественных атомных электростанций — организовал онлайн-трансляцию с площадки Ленинградской АЭС-2, где строители водружали купол реактора.

Генеральный проектировщик сооружения АЭС компания «Атомэнергoproject» смонтировала видеостену — экран крупного формата, состоящий из отдельных плазменных панелей, соединенных бесшовным способом, где представила в трехмерном измерении свой главный проект ВВЭР-ТОИ (типовой оптимизированный информатизированный энергоблок большой мощности на базе водо-водяного реактора\*). Для показа других разработок создатели экспозиции использовали ту же технологию с активными 3D-очками, синхронизированными с телевизионным дисплеем. Процесс создания атомной станции от проекта до его реального воплощения, воспроизводимый на стереопанелях, становился объемным и близким. О том, сколько времени осталось до пуска первого энергоблока Нововоронежской АЭС-2, информировало табло с обратным отсчетом.

«Интерес к выставке со стороны российских и зарубежных посетителей был просто колоссальным, — заметила начальник управления коммуникаций ОАО «Атомэнергoproject» Анна Курбакова. — Специалисты нашей компании не успевали отвечать на вопросы представителей Турции, Болгарии, Китая, Индии, Бангладеш, Ирана, Чехии, Венгрии, Иорда-

\*См.: Гарантированная безопасность плюс экономическая эффективность. — Наука в России, 2012, № 6 (прим. ред.).



нии о преимуществах российских разработок, объясняя, почему наши проекты одни из самых надежных и безопасных в мире».

### В ГОРОДЕ МИРНОГО АТОМА

Форум проходил в дни празднования 60-летия Первой в мире АЭС\*, запущенной 7 июня 1954 г. в поселке Обнинское Калужской области в Физико-энергетическом институте им. А.И. Лейпунского. Именно в это историческое место прибыла с техническим туром большая делегация участников «Атомэкспо». Она посетила «Лабораторию В», где академики Игорь Курчатов, Анатолий Александров и Николай Доллежал закладывали фундаментальные основы ядерной энергетики нашей страны, своими глазами увидела тот самый уран-графитовый канальный реактор с водяным теплоносителем «АМ» мощностью 5 МВт, который открыл человечеству путь к мирному использованию самого мощного источника энергии и изменил взгляд людей на атомную проблему. 12 лет назад его вывели из эксплуатации после 48 лет успешной работы.

\*См.: М. Хализева. Миссия Первой в мире АЭС. — Наука в России, 2014, № 5 (прим. ред.).

*Иллюстрации с сайта госкорпорации «Росатом»*



## ЭКОНОМИЧНАЯ «СВЕРХПАМЯТЬ» ДЛЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

**В**ближайшее десятилетие может быть сконструирован суперкомпьютер нового типа — сверхпроводниковый. Внешне он вряд ли будет отличаться от действующих сегодня моделей, однако при выросшей в тысячи раз производительности потребление энергии останется в разумных, по нынешним меркам, пределах, не увеличатся и размеры охлаждающей установки.

Специалисты признают, что эффективность ЭВМ на существующих полупроводниковых технологиях достигла потолка из-за энергетических ограничений: чтобы запустить машину, превосходящую современные аналоги, потребуется подвести к ней гигаватты электрической мощности. Это сравнимо с показателями работы блока современной АЭС, а потому запредельно дорого. Выход один: в современной электронике необходимо найти новые подходы.

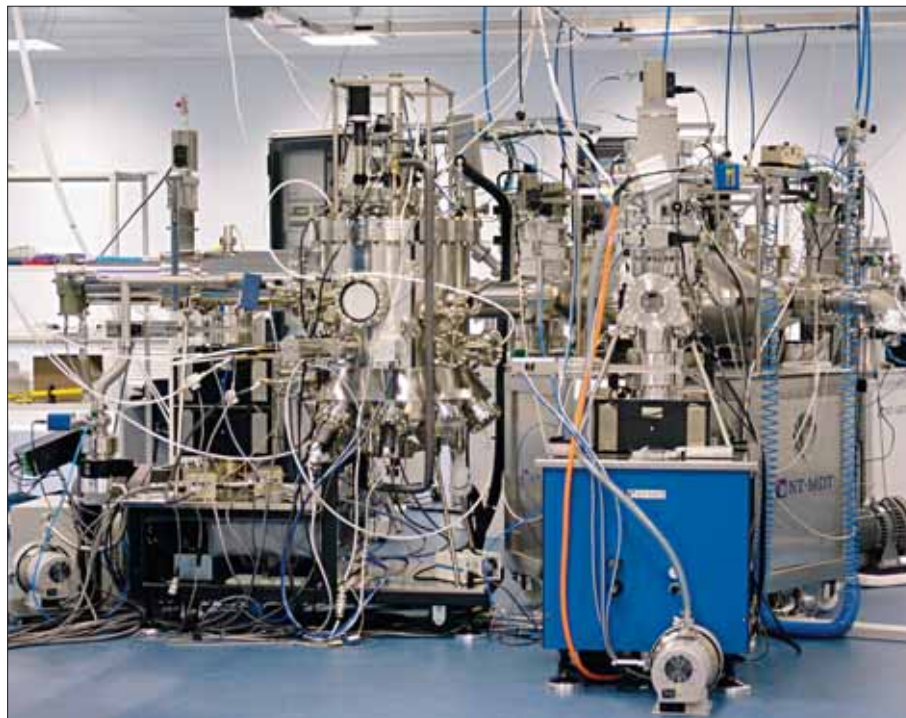
Одна из перспективных альтернатив — использование сверхпроводниковых устройств. Сигналы в схемах сверхпроводниковой электроники могут передаваться практически без потерь, что выгодно отличает эту технологию от полупроводниковых конкурентов. Но чтобы из экспериментальных прототипов компьютеры на основе сверхпроводников превратились в серийные образцы, их нужно избавить от существенного недостатка — малых объемов памяти. Пока они не превышают нескольких килобайт, а ведь даже обычная флешка вмещает до десятков и даже сотен гигабайт. Специалисты ищут возможность «построить» для сверхпроводниковых компьютеров

принципиально новые ячейки памяти. В частности, с использованием магнитных материалов, позволяющих хранить информацию долгое время и вообще не требующих для этого вложения энергии.

Группа ученых Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д.В. Скобельцына (НИИЯФ) МГУ им. М.В. Ломоносова предлагает при «строительстве» ячеек памяти применить так называемое гибридное решение. О его сути в интервью корреспонденту газеты «Поиск» Юрию Дризе рассказал старший научный сотрудник лаборатории физики наноструктур кандидат физико-математических наук Игорь Соловьев.

— Мы стремимся использовать преимущества магнитных материалов, обладающих способностью «запоминать» свое состояние, и достоинства сверхпроводимости — высокие, более 100 Гц, характерные частоты и малое, менее 1 мкВт, энергопотребление логических цепей. Емкость памяти увеличится, но она станет очень компактной. Ее объемы сравнятся с показателями лучших современных компьютеров или даже превзойдут их. На такую память можно будет положиться. При этом быстродействие машин в ближайшей перспективе увеличится на три порядка, а в более отдаленной — даже на шесть.

По словам Соловьева, новые ЭВМ будут решать те же особо сложные задачи, требующие обработки колоссального объема данных, что и ныне действующие суперкомпьютеры, но на более высоком уровне. Например, анализ изменений поведения атмосферы для



**Многокамерная установка для изготовления наноструктур Нанофаб-100, расположенная в чистой комнате центра коллективного пользования «Синхротрон» НИИ физических проблем им. Ф. В. Лукина.**

составления долгосрочных прогнозов погоды или геномные исследования в биологии. В медицине — моделирование динамики распространения различных вирусов и их мутаций, произошедших на протяжении веков. Сверхпроводниковый компьютер обобщит информацию об эволюции тяжелых заболеваний, скажем, туберкулеза или рака, за все время, что медики с ними борются. И как знать, возможно, обработанные машиной данные подскажут новые способы лечения.

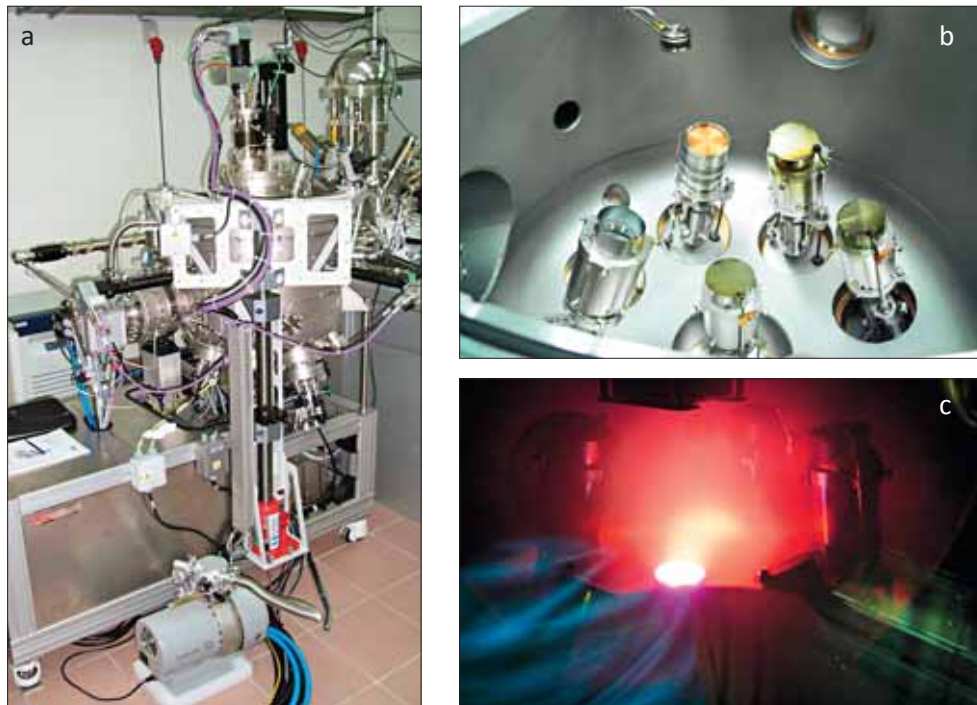
Как же предполагается добиться необыкновенных качеств нового устройства?

— Прорыву в этой области мы обязаны возможностью работать с конкурирующими явлениями — магнетизмом и сверхпроводимостью, — отметил Соловьев. — Раньше это сделать было невозможно, поскольку магнитные материалы буквально убивали сверхпроводимость. Но в последние годы удалось создать тончайшие магнитные пленки, не уничтожающие эффекты сверхпроводников, а лишь специфическим образом на них влияющие. Объединением в одной наноструктуре сверхпроводящих пленок с пленками магнитных материалов достигается необыкновенный эффект. В частности, емкость памяти может увеличиться в миллионы раз. Таковы возможности самой передовой на сегодняшний день технологии.

Ее появление связано с работами научной группы Института физики твердого тела РАН (Черноголовка, Московская область), возглавляемой доктором физико-математических наук Валерием Рязановым. В 2001 г. ими впервые в мире была получена гибридная нано-

структура, состоящая из сверхпроводников и ферромагнетиков, о чем сообщил журнал «Nature». Но понимание того, как использовать достижение, пришло не сразу, к тому же в нашей стране эти годы были тяжелыми для науки. Достаточно быстро новую технологию начали осваивать в США и Японии, в первую очередь благодаря государственным программам финансирования. В России же исследования велись фактически по личной инициативе разработчиков, а потому масштабные эксперименты были недоступны. Помимо Института физики твердого тела РАН и Института ядерной физики им. Д. В. Скобельцына этой тематикой активно занимаются специалисты под руководством доктора физико-математических наук Ленера Тагирова в Казанском (Приволжском) федеральном университете, получившем отличное технологическое оборудование. Сегодня ситуация стала меняться к лучшему — выделяются деньги на исследования и опыты. Но в отличие, скажем, от США у нас в стране нет специальной государственной программы финансирования этих работ, рассчитанной на несколько лет.

Данный вопрос обсуждался на семинаре «Новые решения для энергоэффективных высокопроизводительных вычислительных систем», проведенном Фондом перспективных исследований в августе 2014 г. Доклад о развитии сверхпроводниковой электроники для приемно-преобразовательных и вычислительных систем представил директор НИИ физических проблем им. Ф. В. Лукина, кандидат физико-математи-



**Камера магнетронного распыления многокамерной установки для нанесения ультратонких пленок металлов Казанского (Приволжского) федерального университета (а); внутренняя часть с магнетронами (b), горение плазмы смеси аргон-азот над магнетроном (с).**

ческих наук Александр Гудков. По итогам встречи было заявлено, что Фонд перспективных исследований с 2015 г. начнет реализацию проекта по созданию российского сверхвысокопроизводительного суперкомпьютера, работающего на новых физических принципах.

— Заведующий нашей лабораторией доктор физико-математических наук Михаил Куприянов занимается изучением гибридных структур (сверхпроводниковых и магнитных материалов) уже много лет и именно он — идейный вдохновитель группы, — подчеркнул Соловьев. — Вместе с кандидатом физико-математических наук Николаем Кленовым, доцентом физического факультета МГУ, уже около семи лет мы ведем совместные теоретические исследования. Только основательный теоретический фундамент позволит реально продвинуться вперед. В частности, научиться экспериментально получать базовую составляющую перспективных элементов памяти — композитную тонкопленочную наноструктуру, состоящую из нескольких слоев различных металлов и диэлектриков. Толщина ее — несколько нанометров. Понятно, что работать с ней можно только с помощью специальной техники, в том числе электронного микроскопа, дающего возможность исследовать материал на уровне атомов.

Правда, технологические трудности пока не позволяют формировать очень сложные «сэндвичи», состоящие из почти десятка сверхтонких слоев, как это удалось специалистам одной из американских ком-

паний. Но благодаря тщательному теоретическому анализу, правильно подобрав материалы более простой (пятислойной) структуры, ученые планируют получить элементы, превосходящие по быстродействию мировые аналоги. Если удастся добиться еще и устойчивости к ошибкам, тогда появится возможность создать сверхпроводящую энергоэффективную плотную магнитную память с произвольным доступом. Над этим сейчас работают сотрудники лаборатории.

Композитные материалы найдут и другие применения. Традиционно на основе сверхпроводниковых технологий получают высокочувствительные сенсоры. Их используют при создании томографов нового поколения, микроскопов, магнетометров и других точных инструментов, необходимых для изучения тончайших материй. Эта техника подтолкнет исследования в самых разных научных областях, в первую очередь в нанотехнологиях, а также в медицине и биологии.

*Дризе Ю. Будут помнить.  
Возможности суперкомпьютеров вырастут на порядки. —  
Газета «Поиск», 2014, № 33-34*

*Фото предоставлены И.Соловьевым*

*Материал подготовил Сергей МАКАРОВ*



# ОТ ПРЕДЧУВСТВИЯ ВОЙНЫ ДО ПАДЕНИЯ ДИНАСТИИ



---

Ольга БАЗАНОВА,  
обозреватель журнала «Наука в России»

**Государственный художественно-архитектурный  
дворцово-парковый музей-заповедник «Петергоф»,  
созданный в 1918 г. на базе загородной резиденции  
императора Николая II (ныне в черте Санкт-Петербурга),  
в 2014 г. подготовил масштабную передвижную выставку,  
посвященную 100-летию начала Первой мировой войны 1914-1918 гг.**

**Раньше всех экспозицию увидели жители Архангельска,  
являвшегося в те годы главным российским портом для связи  
с западноевропейскими странами, дальнейший  
путь ее следования — Псков и Петрозаводск.**

*Архангельские Гостиные дворы.*



Синий кабинет Александра II  
в Фермерском дворце.  
Художник Эдуард Гау. 1860 г.

Петергоф. Большой каскад. Актеон.  
Художник Александр Бенуа. 1900 г.



Примечательно, что выставка «Первая мировая. Петергоф. Прелюдия трагедии», организованная при поддержке Министерства культуры РФ, разместилась в залах Гостинных дворов (отдел Архангельского областного краеведческого музея) — уникального памятника отечественного каменного зодчества второй половины XVII в. В ту пору, в царствование Алексея Михайловича, Архангельск, стоящий неподалеку от впадения Северной Двины в Белое море, принимал львиную долю грузов, поступавших в страну из-за рубежа водным путем. И по задумке государя столь крупному порту был необходим соответствующий комплекс зданий (для оптовой торговли, хранения товаров, размещения на ночлег приезжавших купцов и т.д.).

Место для грандиозного сооружения, в то время самого большого в России подобного назначения, иноземцы Петр Марселис и Вилим Шарф, привлеченные к разработке проекта, выбрали на берегу Северной Двины, на мысе Пур-Наволоч, где с незапамятных времен была корабельная пристань и откуда берет начало сам Архангельск (именно тут появились в XII в. первые славянские поселения)\*. Кстати, в 1984 г., в честь отмечавшегося тогда 400-летия города, здесь установили памятный знак необычной формы, кому-то напоминающий морскую волну с высоким гребнем, а кому-то — нос новгородской ладьи, причалившей к незнакомому берегу.

В 1668–1683 гг. на мысу, давно знакомом заморским купцам, постепенно выросли обширные немецкий и русский гостиные дворы, а также «город» (крепость, где жители и гости могли укрыться в случае нападения

врагов), т.е. возведенный из камня комплекс зданий нес двойную функцию — торгово-оборонительную. Прибывавших сюда по реке встречал представительный главный фасад величественного архитектурного ансамбля со сторожевыми башнями, протянувшегося более чем на полкилометра. А по его внутреннему периметру, вдоль второго этажа, шла широкая галерея с арками, откуда можно было попасть в любое помещение.

Мощной цитаделью восхищался царь Петр I, бывавший в Архангельске в 1693, 1694, 1702 гг., полюбовавшийся этим городом — тогдашний российский «выход в мир» — и живо интересовавшийся делами местного купечества. Однако вскоре государь-реформатор перенес торговлю с заморскими партнерами в новую столицу — Санкт-Петербург\*. И постепенно значение здешнего порта стало утрачиваться, гостиные дворы ветшали, подвергались переделке, разборке.

\*Город был построен в сжатые сроки в 1584 г. на мысе Пур-Наволоч, вокруг Михайло-Архангельского монастыря, по указу царя Ивана IV в связи с угрозой нападения Швеции (прим. ред.).

\*См.: Ж. Алфёров, Э. Тропп. Санкт-Петербург — российское «окно в науку». — Наука в России, 2003, № 3 (прим. ред.).



Общий вид Нижней дачи со стороны залива.  
Художник Антоний Томишко. 1897 г.

Наследник Алексей Николаевич  
на велосипеде. Фото 1915 г.

В результате к середине XIX в. от них остался лишь фрагмент, обращенный к реке, где, как уверяли старожилы, когда-то были «покои Петра Великого». Этот корпус, который мы видим и сейчас, представляет собой только около 10% от некогда огромного комплекса, но и ныне впечатляет размерами, к тому же позволяет представить масштабы как несохранившейся гигантской постройки, так и бывшей тут ключом деловой жизни.

Разместившаяся здесь передвижная выставка «Первая мировая. Петергоф. Прелюдия трагедии» (около 300 экспонатов) открывается разделом «Летняя официальная императорская резиденция». Сюда, в «райский сад», «столицу фонтанов», монаршее семейство переезжало на лето начиная с XVIII в., что объяснялось не столько природными красотами и свежим морским воздухом, сколько проведением здесь маневров армии и флота, требовавших присутствия государя. И тихий пригород становился на время столицей страны.

Главный в петергофском архитектурном ансамбле — безусловно, Большой дворец, построенный в 1745–1755 гг. по проекту Бартоломео Франческо Растрелли и в начале XX в. служивший для приемов, вручения наград, торжественных встреч глав зарубежных государств. Великолепное парадное здание и составляющую с ним единое целое красивейшую систему

фонтанов, водных каскадов запечатлел замечательный график и живописец, литератор, представитель русского модерна Александр Бенуа. В экспозицию включено несколько его акварелей 1900 г., хранящихся в отделе музея-заповедника, посвященном семье Бенуа (бывший Фрейлинский корпус, 1854 г., архитектор Николай Бенуа), давшей нашей стране немало талантливых зодчих, художников, скульпторов, театральных и музыкальных деятелей.

А на акварели Эдуарда Гау 1860 г. видим синий кабинет императора Александра II в Фермерском дворце (1831 г., архитектор Адам Менелас, впоследствии перестроен Андреем Штакеншнейдером). В конце XIX — начале XX в. в этом здании проходили рабочие встречи и совещания, приемы делегаций, представления военных и гражданских чинов, заседания Государственного совета, Совета министров, комитетов, комиссий.

Самым же любимым местом Николая II и его близких была Нижняя дача из красного и желтого кирпича (архитектор Антоний Томишко, не сохранилась), похожая на итальянскую виллу, построенная на берегу Финского залива в 1885 г. специально для него, тогда еще великого князя. После восшествия на престол (1894 г.) молодой государь пожелал ее существенно расширить, заново выполнить внутреннюю отделку. В разделе выставки, посвященном жизни монарше-





Сувениры,  
изготовленные во Франции  
к визиту российской эскадры  
в порт Тулон. 1893 г.



Жетон в память посещения России  
президентом Франции Эмилем Лубе.  
Россия, 1902 г.

го семейства в этом дворце, представлено немало фотографий его интерьеров 1918 г. (детская, кабинет императрицы, комната великой княжны Татьяны, розовая гостиная и т.д.) и 1920-х годов (столовая, кабинет Николая II и пр.), снимки венценосной четы с детьми, цесаревича Алексея и его сестер.

Рядом акварель Томишко «Общий вид Нижней дачи со стороны залива» 1897 г., предметы мебели и фарфоровая посуда из царских покоев, кстати, часть ее привезена из Копенгагена, что не случайно: Мария Федоровна, мать Николая II, была датской принцессой. Есть тут и трехколесный велосипед (предположительно Германия, 1888 г.) из музея «Императорские велосипеды» — также отдела петергофской сокровищницы, коллекция которого насчитывает 12 таких раритетов.

В мае 1895 г. Николай II привез в Петергоф молодую супругу Александру Федоровну, здесь родились три из их четырех дочерей — Татьяна в 1897 г., Мария в 1899 г. и Анастасия в 1901 г., а в 1904 г. — долгожданный наследник Алексей; тут семья узнала и об его неизлечимой болезни — гемофилии. Вместе с тем в летней резиденции принимались судьбоносные для всей Европы решения, в том числе с участием глав зарубежных государств. Так, секретные договоренности первых лиц России и Франции 1891–1893 гг. легли в основу Антанты — военно-политического союза, созданного в начале XX в. с целью не допустить гегемонии Германии.

Демонстрацией достигнутых в 1890-е годы соглашений стали визиты в военно-морской порт Кронштадт французской эскадры, а в Тулон — русской. И тут и там прибывших приветствовали восторженно, устраивали народные гуляния, где продавали всевозможные сувениры, образцы которых представлены в экспозиции — панно, платки, тарелки с изображениями матросов, представителей других родов войск обеих стран, их государственных флагов и т.д.

А в 1897 г. в Петергофе торжественно встречали президента Французской Республики Феликса Фора, затем, в 1902 г., — сменившего его на этом посту Эмиля Лубе. На выставке можно увидеть выпущенные в Париже игральные карты, в которых короли — Николай II и Фор, валеты — командиры эскадр, а семерки и восьмерки — виды Версаля, Парижа, Петергофа и пр. Рядом фотографии, плакаты, памятные латунные жетоны, отчеканенные в честь прибытия высоких парижских гостей, программы обедов, театральных представлений, устраиваемых как для них, так и для приезжавших в Россию коронованных особ из Сиам (ныне Таиланд), Сербии, Румынии, Персии (Иран).

Здесь же парадные портреты императора и императрицы при всех регалиях, дипломатические подарки, посуда для официальных приемов, в том числе сервиз с яхты «Александрия», на борту которой наш монарх принимал королей и президентов, малахитовые изделия, украшавшие восточный корпус Большого двор-



Портрет императора Николая II.  
Художник Эрнест Липгард,  
до 1913 г.



Портрет императрицы  
Александры Федоровны.  
Художник Илья Галкин.  
Начало XX в.

ца, где останавливались влиятельные гости, одежда начала XX в.

Последний официальный визит главы иностранного государства в нашу страну перед Первой мировой войной проходил 7–10 (20–23) июля 1914 г., за неделю до ее начала, — Николай II принимал в летней резиденции прибывшего морем французского президента Раймона Пуанкаре. Отечественные мастера фотографии, в том числе «король репортажа» Карл Булла, запечатлели их вместе на палубе императорской яхты «Александрия», на петергофской пристани, у Большого дворца, где их приветствовали части 94-го пехотного Енисейского полка во главе с великим князем Николаем Николаевичем (младшим)\*.

Между тем политическая обстановка в Европе к тому времени была накалена до предела. Еще 15 (28) июня в боснийском городе Сараево сербский националист Гаврило Принцип застрелил наследника венского престола Франца Фердинанда и его супругу. И именно в день отъезда Пуанкаре из Петергофа, 10 (23) июля, Австро-Венгрия направила Сербии ультиматум с требованием расследовать это убийство, провести чистку государственного аппарата, армии и другими претензиями. Документ был составлен в резких тонах и с расчетом на то, что не будет принят. Причем срок ответа на него составлял только 48 ч и, когда французский президент прибыл на родину, уже истек.

Вот как писал о событиях тех дней российский министр иностранных дел Сергей Сазонов: «Момент вручения ультиматума был подогнан венским правительством ко времени отъезда из России президента

Французской Республики... Действуя таким образом, граф Берхтольд\* хотел помешать русскому и французскому правительствам использовать присутствие в России президента республики и министра иностранных дел, чтобы тотчас же установить общий план действий союзных кабинетов ввиду создавшегося, благодаря австрийскому ультиматуму, нового положения. Прежде чем дать взорваться австрийской бомбе, было решено дать президенту Пуанкаре и г-ну Вивиани\*\* удалиться из России. Для возвращения во Францию им предстояло, даже при отказе от всяких остановок по пути, четыре дня плавания».

Следующий раздел экспозиции — «Романовы и Первая мировая война\*\*\*». В Петергофе не было слышно свиста пуль и взрывов снарядов, но здесь разворачивался «дипломатический фронт»: отсюда Николай II вел телеграфную переписку с германским императором Вильгельмом II, ставшую последней попыткой остановить надвигавшуюся катастрофу. Тут государь 18 (31) июля 1914 г. подписал указ о всеобщей мобилизации и на следующий день узнал, что Германия объявила войну России, а 21 июля (3 августа) покинул свою летнюю резиденцию навсегда.

К начавшейся войне царская семья отнеслась как к своему кровному делу, считая себя не только хозяевами, но и защитниками страны. С началом боевых действий великие князья вступили в действующую армию: Николай Николаевич был назначен Верхов-

\*Леопольд фон Берхтольд — министр иностранных дел Австро-Венгрии в 1912–1915 гг. (прим. ред.).

\*\*Рене Вивиани — председатель Совета Министров и министр иностранных дел Франции в 1914 г. (прим. ред.).

\*\*\*См.: С. Базанов. Россия в огне. — Наука в России, 2014, № 4 (прим. ред.).

\*См.: С. Базанов. «Славный былинный богатырь». — Наука в России, 2013, № 6 (прим. ред.).





Портсигар и пепельница.  
Фирма Карла Фаберже.  
1914–1916 гг.

ным главнокомандующим (в 1915 г. этот пост занял сам Николай II), в его Ставке служил брат Петр Николаевич, Николай Михайлович — в штабе Юго-Западного фронта; Борис Владимирович стал походным атаманом казачьих войск; Александр Михайлович — организатором и руководителем отечественной авиации.

Молодое поколение Романовых — сыновья великого князя Константина Константиновича (президента Петербургской АН, известного поэта, издававшего свои стихотворения под псевдонимом «К. Р.») Гавриил, Константин, Игорь, Иоанн, Олег — служили офицерами в гвардейских полках. Последний был тяжело ранен в боях в Восточной Пруссии\* и скончался в госпитале. Женская половина семьи — супруга, мать, дочери, сестры, племянницы Николая II — взяли на себя заботу о раненых: учреждали лазареты, курировали санитарные поезда, сами трудились сестрами милосердия.

Военные судьбы членов императорского дома на выставке иллюстрируют отечественные награды, жетоны благотворительных организаций, учрежденных во время Первой мировой войны, знак об окончании Петергофской школы прапорщиков, буклет «Комитет великой княжны Татьяны Николаевны» с ее фотографиями, снимки представителей царской семьи 1915 г. в мундирах и т.д. Здесь же уникальные фарфоровые изделия (с монограммой Николая II), оружие, одежда, недорогие латунные подарочные пепельницы и портсигары фирмы Фаберже, которыми государь награждал солдат и офицеров.

Завершается экспозиция разделом «Отречение Николая II и гибель монархии». 23 февраля (8 марта) 1917 г. государь в личном поезде прибыл в Ставку

Верховного главнокомандующего в Могилев (ныне Беларусь), но пять дней спустя, узнав о беспорядках в Петрограде, решил туда вернуться. Между тем городом уже овладели восставшие рабочие и солдаты — свершилась Февральская революция. Поэтому Николай II, опасаясь встречи с вышедшими из повиновения войсками, прибыл в Псков, где располагался штаб Северного фронта.

В первой половине дня 2 (15) марта сюда по телеграфу пришли сообщения от высших военачальников страны, единогласно советовавших государю отречься от престола. В 15 ч, после беседы с главнокомандующим армиями Северного фронта генералом от инфантерии Николаем Рузским и руководством его штаба, император сообщил о согласии подписать соответствующий акт. В тот же день в Псков прибыли представители Временного комитета Государственной думы Александр Гучков и Василий Шульгин, после встречи с которыми Николай II заявил, что отказывается от верховной власти в пользу младшего брата Михаила Александровича. Однако тот выразил согласие ее принять только при условии одобрения такого решения Учредительным собранием, о чем был составлен манифест.

Аналогичные письменные заявления сделали и остальные члены Дома Романовых. Этими юридическими актами с монархией в стране было покончено. 16 (22) марта последнего российского государя арестовали и отправили в Царское Село, к семье, затем, в августе, всех перевезли в Тобольск, потом в Екатеринбург, причем уже в обычном поезде. А императорским в том же году пользовались министры Временного правительства, затем советский нарком иностранных дел Лев Троцкий.

Уникальный состав включал салон-столовую, спальню, детскую, кухню, мастерскую, великокняжеский, свитский, служебный, багажный вагоны, а

\*См.: А. Макарычев. От Кёнигсберга до Калининграда. — Наука в России, 2014, № 3 (прим. ред.).





*Интерьеры царского поезда.  
Фото 1930-х годов.*

также для прислуги (позже к ним добавили походную церковь и гараж). Но когда началась Первая мировая война, решили оставить лишь три. В 1929 г. два из них отправили в Петергоф в качестве экспонатов. Однако во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. они сильно пострадали и впоследствии были разобраны. Так что теперь музей-заповедник располагает только некоторыми из находившихся там мемориальных вещей. Надо сказать, что ценнейшие из них — саблю, бронзовый письменный прибор Николая II, серебряный его супруги, несколько икон — в 1941 г. эвакуировали в Новосибирск, а через три года привезли обратно.

Эти предметы убранства царского поезда, ставшие свидетелями событий мирового значения, ряд фотографий его интерьеров — салона, опочивальни, кабинета императрицы Александры Федоровны и т.д., чертежи фасадов и планы различных вагонов завершают экспозицию. Единственный в своем роде состав начали строить в 1894 г., в год коронации Николая II. Тогда никто не мог предвидеть, что он войдет сюда «государем всея Руси», а выйдет в 1917 г. «гражданином Романовым» и через год будет расстрелян вместе со всей семьей.

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ДИКОВИНЫ И ЗАГАДКИ БЕЛОМОРЬЯ

Нина ГОЛИКОВА,  
журналист (Мурманск)

**Направляясь из Центральной России на Кольский полуостров,  
не минуешь его «порог» — Кандалакшу, расположенную  
на пересечении сухопутных и водных путей,  
при впадении реки Нивы в Кандалакшский залив Белого моря.  
Небольшой город окружают красивейшие хвойные леса  
и сопки с вершинами, округленными ледником, который покрывал  
эту территорию 10-15 тыс. лет назад,  
а при таянии оставил следы — множество озер  
с кристально чистой водой, порожистые реки,  
огромные валуны с выпуклыми гладкими поверхностями,  
называемые в народе «бараньи лбы».**

**П**ервое письменное свидетельство о здешних местах и обитавших тут племенах — их описание, сделанное норвежским мореплавателем Оттаром, совершившим в конце IX в. плавание вокруг Кольского полуострова и побывавшим на берегах Белого моря. С начала XII в. суровый северный край входил в состав владений Новгородской республики\*, а с 1478 г. — централизованного Русского госу-

\*Новгородская республика — средневековое государство, простиравшееся от Балтийского моря до Уральских гор, существовало с 1136 г.; в 1478 г. вошло в состав Московского княжества (прим. ред.).

дарства. «Крайсветная» земля, населенная полукочевыми финно-угорскими племенами, была богата пушниной, рыбой и морским зверем, что привлекало сюда людей храбрых и предприимчивых. Многие из них осели тут навсегда и постепенно ассимилировались с местными жителями, в результате возник этнос, называемый поморами.

Датой рождения Кандалакши считается 1517 г., когда ее название впервые было упомянуто в русских документах. Через девять лет просветитель саамов (финно-угорского народа, проживавшего на севе-

Кандалакша.  
Полярная ночь.



Кандалакшский залив.

ре Европы, в том числе на побережье Белого моря), историк, богослов Феодорит Кольский построил тут церковь Рождества Иоанна Предтечи, в которой они приняли православие. Затем, в 1548 г., на небольшом мысу в устье реки Нивы (именуемом с той поры «Монастырский наволоок»\*) он основал Кандалакшский (Кокуев) мужской монастырь и шесть лет спустя хлопотал для него у царя Ивана IV жалованную грамоту на окрестные угодья.

Вокруг обители, от которой до наших дней уцелел только фундамент церкви Рождества Богородицы, мало-помалу стали появляться дома поморов, зани-

мавшихся главным образом ловлей рыбы — прежде всего сельди, трески и семги, пользовавшихся всегда большим спросом. Между тем из-за удобного геополитического положения и беззащитности выросшее тут село неоднократно оказывалось объектом нападения иностранных государств, подвергалось набегам и разорениям. В XVI в. в мирную Кандалакшу с огнем и мечом пришли шведы и финны, а в XIX в. (в ходе Крымской войны 1853—1856 гг.) высадили десант англичане, но были отбиты местным гарнизоном. Однако вскоре ее обстреляла британская корабельная артиллерия, разрушив церковь, хлебный склад, хозяйственные постройки, крестьянские дворы.

\*Наволоок — намытый мыс на озере или море (прим. ред.).





Порт.

Тем не менее, как бы ни были велики потери от нападения безжалостного врага, со временем Кандалакша каждый раз возрождалась. Не случайно писатель, путешественник, исследователь обычаев, традиций, языка, верований русского народа, почетный академик Петербургской АН (с 1900 г.) Сергей Максимов, посетивший это небольшое тогда селение после нападения англичан, назвал его «строптивым».

Тихий, уютный старинный город (получивший этот статус в 1938 г.), куда мы совершаем путешествие, нередко называют жемчужиной Заполярья: он живописно раскинулся в окруженной сопками долине, среди редких по красоте хвойных лесов, на берегах реки Нивы и Кандалакшского залива со скалистыми изрезанными берегами и множеством небольших островов. Уголки первозданной природы, бесчисленные озера, стремительные порожистые реки, неразгаданные тайны памятников древности зовут сюда исследователей и любителей путешествий.

Венчает Кандалакшу Крестовая гора (211,5 м над уровнем моря) — в XVI в. на ее вершине, где до христианизации края было большое саамское капище, воздвигли деревянный крест. К сожалению, время его не пощадило, и уже в наши дни, в 2006 г., в честь 480-й годовщины крещения здешней волости преподобным Феодоритом Кольским, там установили новый крест — стальной, высотой 5 м, весом почти 200 кг, причем поднимали его наверх на руках.

Вокруг города можно найти и свидетельства более давних эпох, например уникальные камни — звенящие: при ударе по ним раздается металлический звон и даже гудение. Такое явление ученые объясняют микротрещинами в составляющей их горной породе — ультрабазите, имеющем магматическое происхождение и содержащем никель. В древности люди поклонялись столь удивительным творениям природы, приписывая им магические силы.

Надо сказать, на Кольском Севере, в том числе в Кандалакшском районе, немало камней — в основном гранитных, практически не используемых для строительства. Зато многие из них, по мнению специалистов, во времена язычества считались священными. Находятся они далеко от дорог, там, куда добраться не просто. К таким артефактам относятся сейды, как естественного происхождения (глыбы редкой величины или необычной формы), так и рукотворные (груды валунов, сложенная в форме головы, либо один большой, поставленный на несколько мелких).

Есть несколько научных предположений, откуда появилось поклонение сейдам. Саамы считали, что в них обитали духи предков: по смерти родоначальника племени на месте его захоронения в древности ставили такой своеобразный монумент. И постепенно, как считает большинство исследователей, сложился культ этих памятников: их старались умиловить, как богов, делали подношения в виде крови убитых животных, оленьих рогов и т.д. За почтительное отношение к себе священные камни будто бы могли награждать богатым уловом, добычей на охоте, исцелить от болезни, принести удачу. Место вокруг считали заповедным, обносили оградой, входить туда можно было только с жертвоприношением. Подобных капищ немало в окружающих город сопках, а больше всего на Волосяной, стоящей от него в 3 км.

Неподалеку от Кандалакши находится и загадочный каменный лабиринт, называемый местными жителями «Вавилон», возрастом, по заключению специалистов, 4 тыс. лет. Он представляет собой спираль, выложенную на земле из валунов, сильно заросших травой, так что сразу их можно и не заметить. Причем подобное сооружение на Кольском полуострове не единственное; их можно увидеть, например, в нескольких местах вблизи рек Умба и Поной, есть аналогичные и в других уголках пла-

Каменный лабиринт  
«Вавилон».



На горе Крестовой.

неты — круговые, подковообразные, а также самых замысловатых начертаний. Предназначение их пока остается в области гипотез, наиболее распространенная из которых относит такие постройки к разряду сакральных — по-видимому, в давние времена они служили людям для проведения магических обрядов, ритуалов, скажем, для привлечения удачи в охоте или ловле рыбы.

Безмолвные каменные свидетели ушедших эпох, строго хранящие свои тайны, находятся на территории Кандалакшского государственного природного заповедника, одного из старейших в нашей стране и популярнейших среди любителей путешествий. Он был основан в 1932 г. как резерват для охраны местобитания ооловодных, водоплавающих и морских птиц, в первую очередь обыкновенной гаги — круп-

ной северной морской утки, известной благодаря ценному, очень легкому пуху, считающемуся лучшим в мире естественным утеплителем. Самка выщипывает его у себя из нижней части груди и брюшка, чтобы выложить гнездо — ямку глубиной около 10 см, вырытую в торфе.

Надо сказать, численность замечательной птицы из-за браконьерского промысла стала резко падать уже в XVIII в. Но предпринятые тогда попытки по восстановлению ее популяции не дали результатов, и положение продолжало ухудшаться, что подтвердили результаты экспедиций конца 1920-х годов. И вскоре большая группа островов данного района была объявлена заказниками по лесной и водоплавающей дичи.

Заповедник расположен на территории Мурманской области, Карелии, на более чем 370 островах





**Кандалакшский заповедник  
и его обитатели.**

Баренцева моря, Кандалакшского залива и отличается уникальным разнообразием ландшафтов: горы, море, лесные, скалистые острова, тундра, луга. На таежных участках (около 80% его площади) из хвойных пород произрастают главным образом сосна и ель, иногда встречаются береза, ольха, ива, рябина, можжевельник, наземный покров составляют брусника, черника, толокнянка, вереск. В болотистых местах — около 400 видов мохообразных, а ближе к морским берегам — яркие цветы: герань лесная, иван-чай, золотая розга, колокольчики и др. Причем

несколько представителей здешней флоры (например, солнцесвет арктический и одуванчик турьемысский) не встречается больше нигде на планете.

Что же касается животного мира, то тут насчитывается 67 видов млекопитающих (медведи, лоси, куницы, лисы, белки, горностаи, ласки, норки и пр.), 2 — рептилий (живородящая ящерица и обыкновенная гадюка), 3 — амфибий (серая жаба, остромордая и травяная лягушки), 258 разновидностей пернатых. На архипелаге Семь островов, расположенном в Баренцевом море, находятся большие птичьи базары,





**Никольская церковь в Ковде.**

где преобладают тонкоклювая и толстоклювая кайры, гагарки. В водах заповедника обитают кольчатая нерпа, морской заяц, серый тюлень (тевяк), иногда в Кандалакшский залив заплывают киты — белухи. Немало и представителей ихтиофауны — навага, треска, камбала, пинагор, бычки, беломорская сельдь, а также беспозвоночных — моллюсков (в том числе мидий), усоногих рачков, бокоплавов и пр.

Здесь ведется большая научная работа, прежде всего мониторинг происходящих в регионе климатических процессов, в том числе ледового режима, температуры воздуха, количества осадков, а также времени цветения, плодоношения растений, прилета, размножения птиц и т.д. Итоги наблюдений с 1948 г. публикуются в журнале «Летописи природы». А в 1957 г. в Кандалакше у заповедника появился свой музей, который располагает более чем 200 экспонатами, знаковыми посетителями с животным и растительным миром этого уникального края, — чучелами обитающих тут зверей, таблицами, рисунками, диорамами «Морское дно», «Птицы Белого моря», «Птицы Баренцева моря» и т.д.

На Севере издавна бытовала поговорка «От Холмогор до Колы тридцать три Николы», т.е. стоит множество церквей, освященных именем святого Николая Мирликийского — покровителя путешественников, в том числе поморов-мореходов. Действительно, строили здесь деревянные храмы неописуемой красоты. Но, увы, жизнь их недолговечна: на сегодня в Мурманской области сохранились два — в селах Варзуга (Успенский 1674 г.) и Ковда (Никольский начала XVIII в. на месте старинного, возведенного не позднее XV в.).

Церковь в Ковде (Кандалакшский район) недавно отреставрировали и покрыли тесом. Прямоугольное основное здание высотой 14,3 м и алтарный при-

руб срублены из тонкого леса, примыкающая к ним просторная трапезная с резными столбами — из толстых бревен; венчает всю постройку двухъярусная двускатная кровля с крупной главой на массивном барабане. Внутри можно увидеть трехъярусный иконостас, иконы из которого ныне хранятся в музеях Мурманска, Санкт-Петербурга и Петрозаводска. Рядом с храмом — небольшая колокольня 1705 г., и весь комплекс окружен деревянной оградой.

В Кандалакше недавно возвели небольшой деревянный храм Рождества Иоанна Предтечи, ставший ее украшением, а в соседнем Терском районе, вблизи святого источника, — нарядную белокаменную часовню Безымянного инока Терского (на месте утраченной).

Об этих и других достопримечательностях нашего края всесторонне и интересно рассказывает объемное как по содержанию, так и по формату издание «Кандалакша — город у Белого моря», вышедшее в 2008 г., к 70-летию присвоения ей этого статуса. Книга прекрасно иллюстрирована: в ней приведено множество фотографий улиц и зданий середины XX в. и наших дней, пейзажей, морского дна и его обитателей, даров леса, а главное — людей, влюбленных в свою малую родину, благодаря которым она преобразилась и в то же время сохранила свою самобытность.

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ЧЕЛОВЕК НА МУРМАНЕ: ЛЕТОПИСЬ ОСВОЕНИЯ

---

Доктор исторических наук Алексей КИСЕЛЕВ,  
профессор Мурманского государственного гуманитарного  
университета

---

**В 2014 г. в архангельском издательстве «Правда Севера»  
вышла монография доктора исторических наук,  
профессора Мурманского государственного гуманитарного университета  
Павла Федорова «Культурные ландшафты Кольского Севера:  
структура и историческая динамика». Ее автор  
известен благодаря многочисленным публикациям по истории  
российских приарктических территорий,  
руководству проектами по их исследованию, в частности  
экспедицией по изучению культурной памяти  
здешнего старожильского населения (2012-2013 гг.),  
подготовкой сборников «Живущие на Севере».**

**Н**овая книга Федорова представляет собой глубокое исследование, содержащее авторское осмысление феномена освоения одного из интереснейших и редких по красоте регионов планеты — земли, в IX-XII вв. называемой скандинавами «Биармия» (или «Бьярмаланд»), а русскими — «Мурман». Автор проследил складывание и развитие здесь на протяжении столетий культурных ландшафтов — пространств, включающих природные и антропогенные компоненты.

Как указал ученый в предисловии, наши соотечественники (прежде всего новгородцы), достигнув

Кольского полуострова не позднее XIII в., стали регулярно отправляться туда за рыбой, пушниной и пр., а заселять его начали предположительно в XIV в. В течение последующих веков Московское государство укрепило здесь свои позиции, «подготовив тем самым почву, — подчеркнул автор монографии, — для апробации первого в заполярных широтах урбанизационного опыта». В дальнейшем подобная стратегия распространилась на весь Российский Север.

Причем Федоров убедительно показал различие понятий «колонизация» и «освоение», нередко употребляемых другими исследователями как синонимы:



Мурманск.

первое означает занятие пустующего пространства, создание колоний, второе — превращение «чужого» в «свое», адаптацию, укоренение отдельного индивидуума и социума в конкретном культурном ландшафте.

В первой главе ученый констатировал: человечество фиксирует свою историю не только на бумаге или компьютере, но и на земной поверхности. Написанное на ней можно прочесть без перевода — это «постройки, различные сооружения, преобразования рельефа и т.д.», составляющие так называемый пленэр-текст. Причем одним из его знаков, наряду с природными и рукотворными объектами, является сам социум.

Более познавательная, чем предыдущая, по мнению автора, разновидность рассказа о каком-либо ландшафте, это, безусловно, словесный текст: «Разговор, подслушанный туристом в трамвае или на рынке, чтение местной газеты или городских объявлений, может открыть не меньше, чем пленэрные виды даже с высоты птичьего полета». Столь же информативны письменные документы — дневники путешественников, путеводители, воспоминания, художественная литература и пр.

Отраженными пленэр-текстами Федоров назвал изобразительные, почти всегда живущие дольше самого ландшафта. Например, длительное время сохраняются фотографии, киноплёнка, картины, гравюры, самые же древние из этой категории — петроглифы\*. Не менее ценны для изучения культурных ландшафтов различные карты, где с помощью условных обозначений показывается состояние той или иной местности.

В заключение первой главы ученый познакомил читателей с историческими типами культурного ландшафта Кольского Севера, объединив их в три боль-

шие группы: неурбанизированные, урбанизированные и переходные. Первая из них — села и деревни (постоянные поселения), погосты и становища (сезонные), наибольшая часть которых расположена ближе к морским берегам.

В отношении второй группы интересно утверждение автора: «Кольский Север стал единственной приарктической территорией, обладающей скоплением городов», причем очень разных, как по величине, статусу, профессиональному типу, так и по географическому принципу (континентальные и прибрежные, т.е. портовые), динамике жизни. Ну а третья — это поселок (меньше города, но больше села), привязанный к какому-нибудь промышленному предприятию, транспортной коммуникации (аэродром, железнодорожная станция, портопункт), военному объекту.

Во второй главе Федоров рассмотрел конкретные места Кольского полуострова. Опираясь на исследования других ученых, он констатировал, что здешним культурным ландшафтам не меньше 8000 лет. Первые 7000 лет происходило переселение сюда и укоренение древних людей, «вследствие чего был сформирован праландшафт, ставший колыбелью саамского этноса\*. Наибольшая динамика изменений падает на последнее тысячелетие». Еще больше ускорились эти преобразования в последнем столетии.

Далее ученый рассказал об истории традиционных поселений Кольского Севера. По его заключению, праландшафт соответствовал периоду, когда люди полагались только на природу. Причем для рассматриваемого региона он длился «от момента появления человека в мезолите вплоть до XX столетия». Его аборигены — саамы — в древности вели полукочевой образ жизни. Они обитали в сийтах, т.е. погостах, пе-

\*См.: А. Жульников. Петроглифы Онега через призму мифов. — Наука в России, 2009, № 2 (прим. ред.).

\*Саамы — финно-угорский народ, проживавший на севере Европы, в том числе на побережье Белого моря (ныне в странах Скандинавии) (прим. ред.).



*Оленеводы в Ловозерской тундре.**Варзуга — старинное поморское селение на юге Кольского полуострова.*

ремещаемых в соответствии с годовым хозяйственным циклом и состоявших из нескольких построек — веж (соединенных вверху пучков жердей, покрытых корой и дерном), а позже, с конца XVIII в., — пыртов, или туп (небольших срубов). В каждом таком передвижном поселке жили по 100-250 человек.

С XIV в., постепенно переходя к оседлости, саамы стали строить избы, как у новгородцев, — культурный ландшафт менялся: происходила «эволюция погоста в сельское поселение», о чем свидетельствовало и зарождение в дальнейшем обычая возводить там православную часовню или церковь. «Вслед за первыми на Кольском полуострове... Варзугой и Умбой, появившимися не позднее XV в., — отметил автор монографии, — в течение ближайшего столетия выросли цепочки сельской оседлости вдоль северного

и западного берегов Белого моря (Поной — Варзуга — Умба — Порья Губа — Кандалакша; Кандалакша — Княжая Губа — Ковда). Варзуга и Поной расположены по берегам рек, другие — на морском побережье».

Сельский ландшафт отличается от праландшафта добротностью построек, культурой быта и имеет «три социальные размерности». Самая крупная из них — села, причем каждое замечательно по-своему. Прежде всего заглянем в Варзугу (она упоминается в документах с XV в.), расположенную на обоих берегах одноименной реки. Переправляются через нее только на лодках, имеющих почти в каждой семье.

Левая, Никольская, — древняя сторона Варзуги, с деревянными избами, дощатыми тротуарами, ухоженными узкими улочками — настоящее северное село. А правая, Пречистенская, или Успенская (на-

*Мончеозеро.*



*Озеро Малый Видъявр.  
Хибины.*

званная по находящимся там храмам), в основном застроена одинаковыми двухэтажными коттеджами.

Сюда едут туристы со всех концов земли — их привлекают уникальная природа, чистый воздух, простор, прекрасная рыбалка, а также интересный Музей поморского быта. Но самое замечательное — храмовый комплекс на Пречистенской стороне с церковью Успения Пресвятой Богородицы XVII в. (зодчий — мастер Климент), украшенной нарядной, словно кружевной, резьбой. Высота постройки — 34 м, бревна, из которых она сложена, скреплены не гвоздями, а скобами; купола, будто чешуей, покрыты лемехом (дощечками уступчатой формы).

По мнению специалистов, храм в Варзуге — непревзойденный образец одноглавой шатровой формы в отечественном церковном зодчестве, а непосвященным зрителям он напоминает стройную высокую ель. Причем даже людям, далеким от архитектуры, заметно изящество и совершенство всех пропорций здания. Дело в том, что, проектируя его, Климент взял за основу принцип «золотого сечения», согласно которому малый отрезок относится к большому так же, как большой к целому. Действительно, высота основного объема составляет 13 м, надстройки — 21 м, а всего сооружения — 34 м. В плане же оно имеет традиционную для культовой постройки конфигурацию равноконечного креста.





*Трасса Санкт-Петербург—Мурманск,  
пересекающая Кольский полуостров  
с юга на север.*



*Межгорная котловина.  
Хибины.*

Примечательно, что храм строили во время проведения реформы патриарха Никона\* и последующего раскола верующих, причем подавляющее большинство местных жителей было за сохранение старых традиций. Не случайно зодчий Климент создал свое творение в запрещенном новыми правилами классическом шатровом стиле. В состав иконостаса входило 84 образа; некоторые специально для него выполнили в 1677 г. мастера из Свято-Троицкого Антониево-Сийского монастыря (Архангельская область, Холмогорский район), а остальные, написанные изографами Спасо-Преображенского

\*Церковная реформа была предпринята патриархом Никоном в 1650–1660-х годах с целью унификации обрядовой традиции Русской церкви с Греческой, что повлекло за собой возникновение многочисленных старообрядческих течений (прим. ред.).

Соловецкого\*, перенесли сюда из ранее стоявшей тут церкви. Завершая путешествие в Варзугу, отметим еще одну здешнюю достопримечательность — 9-метровый крест, установленный в 2009 г. в честь 590-летия села на месте древнего городища.

На берегу той же реки Варзуги стоит старинное, некогда богатое поморское село Кузомень. Сейчас оно печально знаменито своими песками, и чтобы защититься от их распространения, тут начали высаживать сосны. По дюнам бродят одичавшие лошади, завезенные сюда в середине XX в. для хозяйственных нужд из Якутии. Однако, по словам местных жителей, «работать они отказались». Другой вариант се-

\*См.: О. Борисова. Острова молитвы и труда. — Наука в России, 2010, № 4 (прим. ред.).



*Старинное поморское селение  
южного берега Кольского полуострова —  
деревня Умба.*



*Панорама города Печенги.  
На переднем плане —  
промышленные предприятия.*

верного культурного ландшафта такой же социальной размерности — Федосеевка, интересная прежде всего численностью населения: по переписи 2010 г. — 3 человека.

А в поморском селе Умба, одном из старейших на Кольском полуострове и расположенном в устье одноименной реки, на берегу Белого моря, проживают почти 6 тыс. человек. Вокруг него, как и во всем здешнем заповедном крае, — не тронутые цивилизацией уголки природы, озера с чистой водой, леса, богатые грибами, малиной, брусникой, черникой и пр., болота, где растет морошка. Знаменито это место и тем, что с 1998 г. тут проводится Поморская гребная регата.

Федоров познакомил читателя и с такими уникальными культурными ландшафтами, как здешние обители, их особенностями, ролью в развитии края. «Вопреки средневековой традиции, — отметил он, — монастыри на Кольском Севере не огораживались мощными крепостными стенами, были деревянными и невысокими, сильнее, чем где-либо, напоминали сельский ландшафт, привязывались к окружающей их природной и социальной среде задачами миссионерского окормления местных аборигенов», хозяйственной деятельности.

Ученый подчеркнул: «В основании ряда селений на южном берегу Кольского полуострова встали монастыри. Такова, например, история... Кандалак-



**Старинное поморское село Варзуга с высоты птичьего полета. Хорошо видны прилегающие к селению сельскохозяйственные ландшафты — пашни, выпасы.**

ши\* и расположенной вблизи нее деревни Колвицы — бывшего устья Кандалакшского монастыря». На месте вотчин Соловецкий обители образовались деревни Кашкаранцы, Чаваньга и Чапома, а у варницы Николо-Корельской — село Тетрино.

Позже «формообразующую деятельность для местного культурного ландшафта стало играть государство». В местечке при впадении рек Колы и Туломы в Кольский залив, где жили рыбопромышленники и торговцы, во второй половине XVI в. власти создали воеводство и построили оборонительное сооружение. «Так появился острожный город Кола, ставший административным центром Кольского уезда. Деревянная крепость, призванная сигнализировать и защищать интересы московского правительства..., превратилась в доминанту всей застройки», — отметил Федоров.

Надо сказать, Колу, сейчас, по прошествии столетий, почти слившуюся с Мурманском\*\*, некогда украшал редкой красоты деревянный 19-главый Воскресенский собор. Но в 1854 г., во время Крымской войны 1853-1856 гг., он сгорел, как и подавляющая часть других здешних построек, из-за обстрела города пушками с английского корвета «Миринда».

Для северян привычны понятия «то́ни» — промысловые угодья — и «становища» — временные поселения на морском побережье (возникшие в XIV в.). Летом, во время рыболовного сезона, здесь, «на периферии традиционных ландшафтов», было весьма оживленно. Осенью же они пусты. Таким образом, автор книги показал нам многообразие северных ландшафтов, выделяя природные, социальные (населенные

пункты), рукотворные (дороги, в том числе железные, порты и т.д.), сакральные (сейды — священные камни у саамов, православные храмы, кладбища, памятники). Помимо их классификации, ученый включил в монографию данные о росте численности жителей, развитии промыслов, транспорта и связи.

Кроме основного текста, иллюстрированного фотографиями, картами и схемами, труд профессора Федорова содержит важные, интересные для читателей приложения, прежде всего описания саамских погостов, рыбацких становищ, колоний Мурманского берега, Трифоно-Печенгского монастыря, Мурманска и др., сделанные побывавшими здесь по долгу службы людьми. В их числе член-корреспондент Петербургской АН (с 1856 г.) гидрограф вице-адмирал Михаил Рейнеке (двухтомник «Гидрографическое описание северного берега России», 1843 и 1850 гг.), путешественник, талантливый литератор Василий Немирович-Данченко (очерки 1860-х годов), чиновник по особым поручениям Владимир Кушелев (книга «Мурман и его промысла», 1885 г.). В конце монографии приведены также данные переписей населения региона с 1926 по 2010 г.

Таким образом, в рассматриваемой работе показана картина того, как люди на протяжении веков по-разному строили свой уклад жизни и организовывали поселения, которые тоже трансформировались, поскольку менялись условия существования, — одни ландшафты исчезали, другие присутствуют до сих пор. Нет сомнений, что новая монография станет ценным вкладом в отечественное краеведение, особенно значимым для исследователей истории Кольского Севера.

\*См.: Н. Голикова. Диковины и загадки Беломорья. — В этом номере журнала (прим. ред.).

\*\*См.: А. Киселев. Северный форпост России. — Наука в России, 2014, № 4 (прим. ред.).

# ТОМОГРАФ С БЕЗГЕЛИЕВЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ



**П**ринципиально важный шаг к обеспечению отечественной медицины собственными высокотехнологичными приборами сделали в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН). Как сообщило Агентство научной информации «ФИАН-Информ», здесь создали опытные образцы всех компонентов уникального полноразмерного магнитно-резонансного томографа (МРТ) с безгели-

евой системой охлаждения. По своим характеристикам он будет конкурировать с подобными аппаратами зарубежных компаний, лидирующих на мировом рынке медицинской техники.

Напомним, МРТ — наиболее точный, чувствительный и безопасный метод диагностики человеческого организма, основанный на феномене ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), открытом в 1946 г. лауреатами

**Ортопедический томограф «МРСканекс», разработанный специалистами ФИАН.**



Нобелевской премии Феликсом Блохом и Ричардом Пурселлом (США). В начале 1970-х годов американский химик Пол Лотербур получил первое в мире ЯМР-изображение двух заполненных жидкостью стеклянных капилляров. А его британский коллега Питер Мэнсфилд разработал математический аппарат для обработки радиосигналов, полученных от прибора, с последующей их интерпретацией в двухмерное изображение. Потребовалось еще 8 лет, чтобы внедрить ЯМР в медицинскую практику: первые томографы появились в клиниках только в 1980–1981 гг.

В последнее десятилетие магнитно-резонансная томография буквально затмила все другие диагностические методы. Уже сегодня с ее помощью можно с высокой вероятностью распознавать злокачественные опухоли, воспалительные процессы, кисты, инсульты, рассеянный склероз, болезнь Альцгеймера, вывихи, переломы, смещение межпозвонковых дисков. А возможности применения метода в будущем ограничены только рамками нашего воображения.

До недавнего времени МРТ-комплексы производили исключительно за рубежом. Три года назад группа ученых ФИАНа под руководством доктора физико-математических наук Евгения Демихова решила заполнить пустующую на нашем медицинском рынке нишу и сделала первый отечественный томограф ортопедического типа с гелиевой системой охлаждения для визуализации и диагностики состояния конечностей и суставов. В его конструкции использован сверхпроводящий соленоид, позволяющий получать магнитную индукцию в рабочей зоне 1,5 Тесла. Диагностическое исследование при таких параметрах, заметил разработчик, занимает всего несколько минут. Более того, удалось достичь необычайной «остроты зрения» аппарата — до 0,6 мм, благодаря чему появилась возможность различать мельчайшие детали человеческого организма, ранее не доступные для визуализации.

Одна из глобальных научных проблем в сфере МРТ — уменьшение использования жидкого гелия для охлаждения сверхпроводящего магнита. Материал этот дорогой (за 2 тыс. л, требуемых на заливку одного агрегата, надо заплатить ~1,5 млн руб.). При этом для первоначальной загрузки томографа жидкостью и дальнейшего периодического ее пополнения руководству клиники приходится приглашать специалистов со стороны. Российские ученые решили эту проблему, противопоставив жидкому гелию охладители особого типа — так называемые криогенные рефрижераторы (криорефрижераторы). По сути, это модификация холодильников, в которых привычный нам фреон заменен газообразным гелием. Если обычное устройство, поддерживающее низкую температуру, может замораживать содержимое до  $-80^{\circ}\text{C}$ , то криорефрижераторы охлаждают «начинку» до  $T = 4\text{ K}$  (примерно  $-269^{\circ}\text{C}$ ), т.е. до критической для перехода в сверхпроводящее состояние.

В ортопедическом томографе специалисты ФИАНа предусмотрели систему охлаждения замкнутого цикла, подразумевающую использование минимального объема гелия. Сверхпроводящий соленоид поместили в разработанный для этого криостат, заливаемый жидким гелием один раз в год. Испаряясь, он конденсировался на теплообменнике, охлаждаемом низкотемпературным криорефрижератором. Если бы не было утечек через различные уплотнения, утверждал Евгений Демихов, то гелий не надо было бы подливать вообще. Такой принцип действия томографа позволяет экономить до 400 л дорогостоящего гелия ежегодно. К слову, столько в среднем за год потребляет один физический институт РАН.

Отработанные на компактных диагностических системах технологии легли в основу полноразмерного томографа, т.е. позволяющего исследовать человека во весь рост. В ФИАНе уже созданы макет установки и отдельные компоненты в форме опытных образцов, в том числе градиентно-корректирующий модуль, комплекс управляющей электроники, радиочастотные катушки. Эту инновационную систему еще называют «сухим» томографом, поскольку использование жидкого гелия в ней не предусмотрено.

Параметры МРТ будут привычны для врачей. Напряженность магнитного поля — 1,5 Тесла, диаметр туннеля для размещения пациента — 60 см (в несколько раз больше, чем у предшественника). «Новый томограф по масштабу сильно отличается от предыдущего, — отметил Евгений Демихов. — Масса катушки вместе с криостатом в нем составляет ~ 3 т, а ее диаметр — ~ 2 м. Получается, размеры выросли в 3–4 раза. Это усложняет задачу в целом, и в первую очередь — расчеты магнитного поля. Так что сейчас главное — обеспечить прочность конструкции, работу программных систем и оптимальное распределение магнитного поля в томографе».

Несмотря на большие размеры, новаторский аппарат, уверяют специалисты ФИАНа, будет проще и надежнее существующих. И стоимость его, по примерным расчетам, в разы меньше зарубежных аналогов. Осуществление амбициозного проекта позволит России выйти в число стран-производителей МРТ-систем.

*Овчинникова О. На пути к безгелиевому томографу. — АНИ «ФИАН-информ», 2014 г., 30 июля*

*Фото с сайта ФИАНа*

*Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА*

# **АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ: МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ**



---

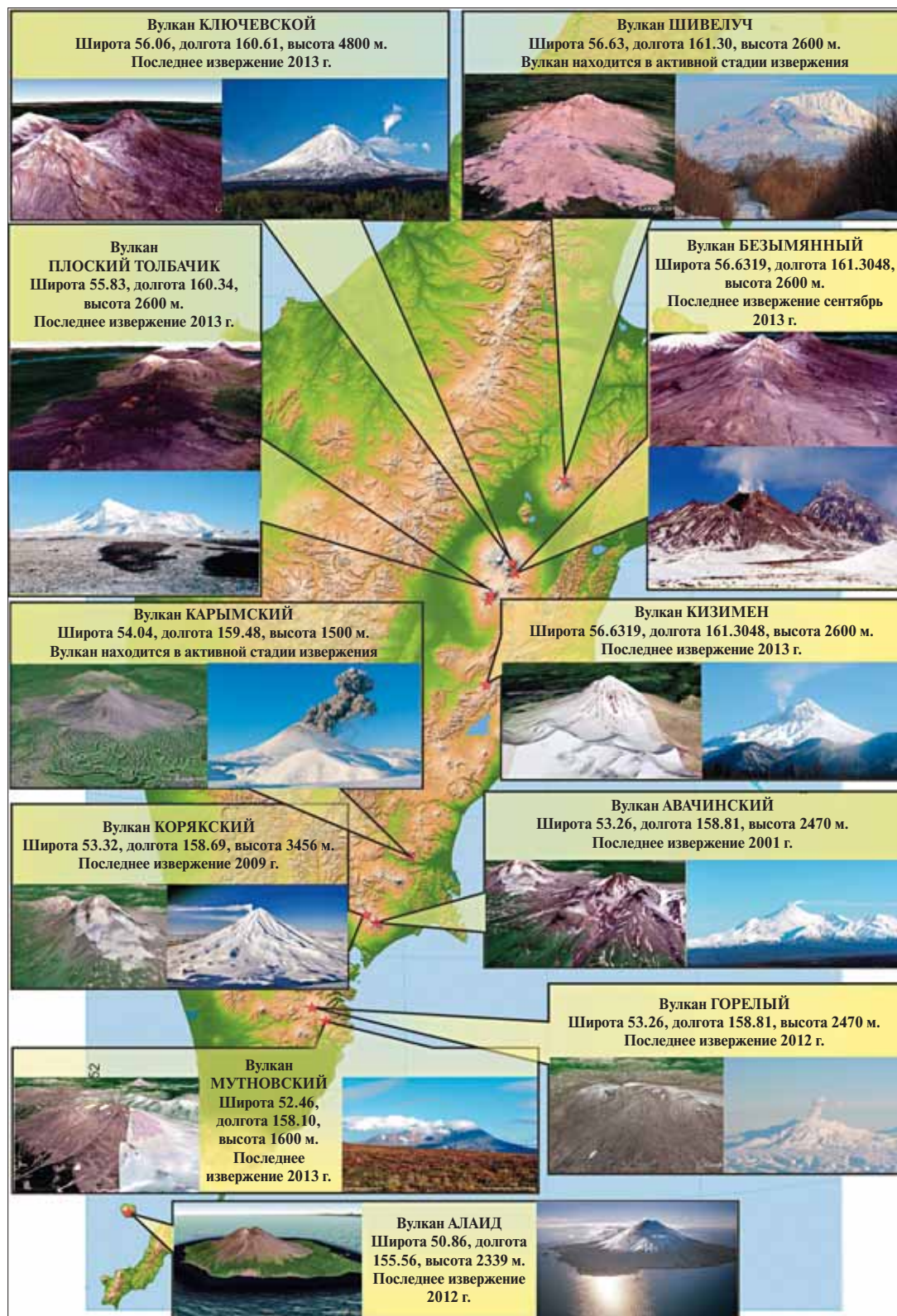
Кандидат геолого-минералогических наук Сергей СЕНЮКОВ,  
заведующий лабораторией исследований сейсмической  
и вулканической активности  
Камчатского филиала Геофизической службы РАН  
(г. Петропавловск-Камчатский)

---

**Камчатка, лежащая в области перехода от Азиатского континента к Тихому океану и сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг, относится к регионам, где сейсмичность, вулканические и геодинамические процессы достигают наивысшей интенсивности на нашей планете.**

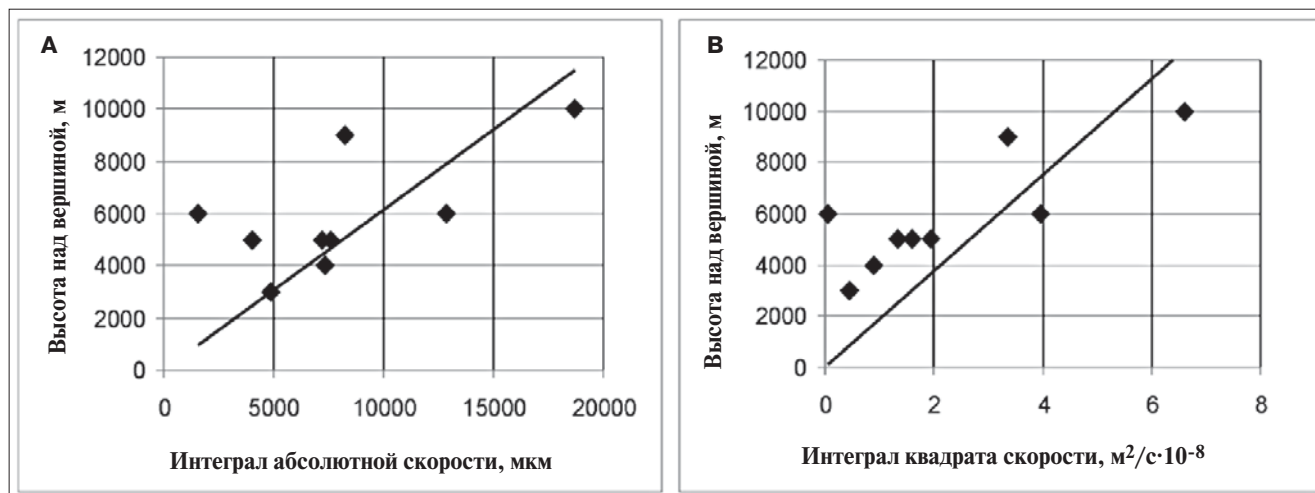
**Здесь происходят более трети землетрясений России, огромные цунами, находится 29 действующих вулканов, в том числе мощнейшие в мире – Ключевской и Шивелуч. По этим причинам полуостров стал одним из главных мест сейсмологических исследований в нашей стране, где решают важные задачи по оценке и прогнозу природных стихийных бедствий, вызванных подземными силами, уменьшению ущерба и потерь от них.**

*Фонтанирование лавы в кратере вулкана Ключевской 23 сентября 2010 г.  
Фото Ю. Демянчука*



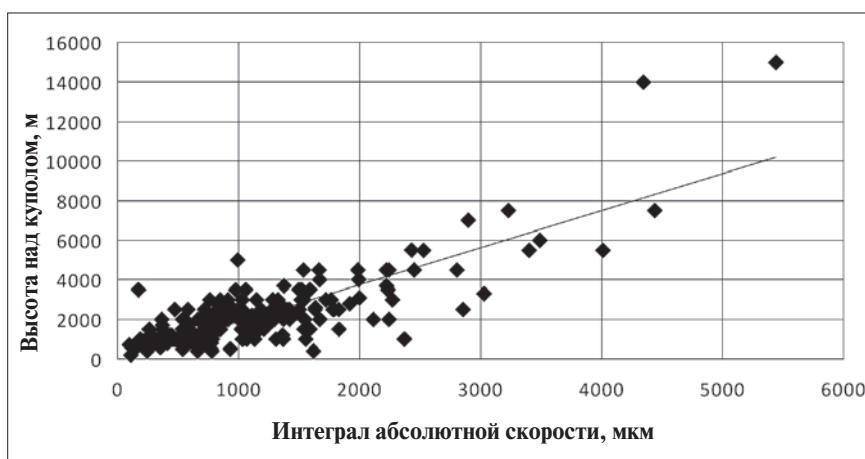
Карта наиболее активных вулканов Камчатки.  
Монтаж Т. Кожевниковой (Камчатский филиал Геофизической службы РАН).





Графики корреляции высоты пепловых выбросов вулкана Безымянный (вверху): А — с интегралом абсолютной скорости; В — с интегралом квадрата скорости. Анализировались записи станции «LGN» для 9 случаев, зарегистрированных визуальными, фото- и видеонаблюдениями.

График корреляции высоты пепловых выбросов вулкана Шивелуч и интеграла абсолютной скорости по станции «SVL» для 255 случаев, зарегистрированных визуальными, фото- и видеонаблюдениями в 1999–2004 гг.



## ИСТОРИЯ, СОБЫТИЯ, ЛЮДИ

Первая сейсмическая станция на Камчатке (г. Петропавловск-Камчатский) открылась в 1915 г. по инициативе академика Императорской АН князя Бориса Голицына. В 1917 г. из-за всеобщей разрухи и отсутствия фотоматериалов она практически прекратила свою работу, поэтому в 1920-х годах наблюдения за землетрясениями на полуострове вели только удаленные комплексы нашей страны и мира.

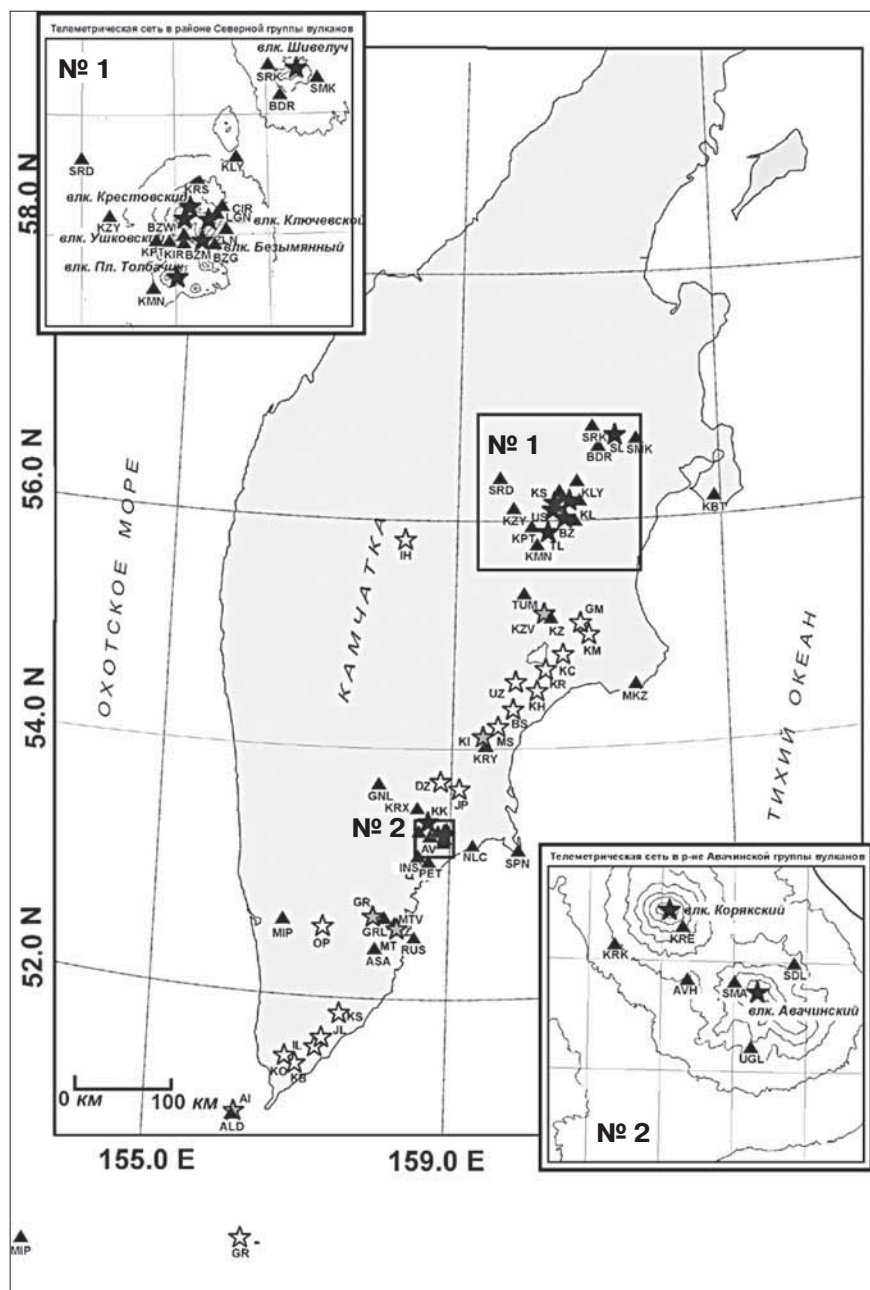
В 1935 г. в поселке Ключи вблизи наиболее активной Ключевской группы вулканов\* начала действовать Камчатская вулканологическая станция АН СССР. В 1944–1945 гг. ее преобразовали в Лабораторию вулканологии АН СССР. Здесь работали известные ученые, обладавшие широким кругом знаний в области геологии: академик Александр Заварицкий, доктор геолого-минералогических наук Владимир Влодавец, член-корреспондент АН СССР Борис

Пийп и многие другие. Они понимали, что для изучения природы подземных процессов, состояния и деятельности вулканов необходимо применять сейсмологические и геофизические методы исследований. Так в 1946 г. была открыта сейсмологическая станция «Ключи» для наблюдений за действующими исполинами Ключевской, Шивелуч и Толбачик. В 1948–1956 гг. работу здесь возглавлял член-корреспондент АН СССР Георгий Горшков, в 1957–1963 гг. — кандидат физико-математических наук Павел Токарев.

В тот период сотрудники комплекса получили ряд фундаментальных результатов в области сейсмологии\*. Горшков одним из первых в мире обнаружил мантийные корни вулканов. Изучая в начале 1950-х годов особенности записей землетрясений, он заметил аномально большое поглощение поперечных сейсмических волн, лучи которых проходят под Ключевским вулканом, и пришел к заключению, что на глубине 60–80 км под ним находится большой магматический очаг. Эти наблюдения вызвали большой интерес в мире. В 1956 г., когда произошло катастрофическое

\*В Ключевскую группу, находящуюся на стыке двух островных вулканических дуг — Курило-Камчатской и Алеутской, входят 14 вулканов: Ключевской (4835 м), Камень (4575 м), Ушковский (4108 м), Крестовский (3943 м), Острый Толбачик (3682 м), Плоский Толбачик (3085 м), Безымянный (2900 м), Овальная Зими́на (3081 м), Острая Зими́на (2744 м), Большая Удина (2943 м), Малая Удина (1945 м), Средняя (2990 м), Заречный и Харчинский (прим. ред.).

\*См.: Г. Карпов. Камчатка — уникал в структуре Земли. — Наука в России, 2010, № 6 (прим. ред.).



**Сеть радиотелеметрических сейсмических станций и действующие вулканы. Код и название вулканов:**  
 SL – Шивелуч, KL – Ключевской,  
 US – Ушковский, BZ – Безымянный,  
 TL – Плоский Толбачик, IH – Ичинский,  
 KZ – Кизимен, GM – Гамчен,  
 KM – Комарова, KC – Кроноцкий,  
 KR – Крашенинникова, KH – Кихпинич,  
 UZ – Узон, BS – Большой Семячик,  
 MS – Малый Семячик, KI – Карымский,  
 DZ – Дзензур, JP – Жупановский,  
 KK – Корякский, AV – Авачинский,  
 GR – Горелый, MT – Мутновский,  
 OP – Опала, KS – Ксудач,  
 JL – Желтовский, IL – Ильинский,  
 KO – Кошелевский, KB – Камбальный.

извержение Безымянного, Георгий Степанович организовал детальные исследования активности гиганта, по итогам которого в науку был введен новый термин — направленный вулканический взрыв. Это позволило по-новому интерпретировать наиболее разрушительные процессы в земных глубинах.

С именем Павла Токарева связаны успехи в области прогноза и механизма извержений\*. Благодаря со-

зданной им методике удалось предсказать всплески активности Безымянного (1958, 1959, 1960 гг.) и Шивелуча (1964 г.). Перу Павла Ивановича принадлежит первая в отечественной вулканологии монография «Извержения и сейсмический режим вулканов Ключевской группы» (1966 г.), которая вывела автора в число ведущих в своей области специалистов. В 1975 г. произошло крупнейшее в Курило-Камчатском вулканическом поясе Большое трещинное Толбачинское извержение. Место и время этого события блестяще предсказал Токарев.

Усилиями ученого возле Ключевской группы вулканов были созданы еще две станции: «Козыревск» (1958 г.)

\*См.: О. Кондратьев. Новая парадигма прогноза землетрясений. — Наука в России, 2000, № 4; В. Муравьев, Г. Краснопецева. Предсказуемость мест сильных землетрясений. — Наука в России, 2000, № 6; В. Моргунов. Прогноз землетрясений на завтра. — Наука в России, 2004, № 1 (прим. ред.).

**Пепловый выброс на вулкане Карымский**  
7 декабря 2008 г. Фото Т. Кожевниковой



**Взрывное извержение вулкана Шивелуч**  
с пепловым облаком грибообразной  
формы и высотой 10 км 29 марта 2007 г.  
(Институт вулканологии и сейсмологии  
ДВО РАН). Фото Ю. Демянчука

и «Апахончич» (1960 г.). Они вошли в Камчатскую региональную сеть, формированием которой с 1961 г. занималась Тихоокеанская сейсмическая экспедиция Института физики Земли АН СССР. К концу 1962 г. эта сеть включала 10, а к 1971 г. — 15 сейсмических станций. В 1972 г. ее передали в ведение Института вулканологии Дальневосточного научного центра АН СССР.

В 1979–1997 гг. непрерывные наблюдения на территории Камчатки продолжила Опытнo-методическая сейсмологическая партия Института вулканологии, а в 1997–2004 гг. — Камчатская опытнo-методическая сейсмологическая партия Геофизической службы РАН, преобразованная в 2005 г. в Камчатский филиал Геофизической службы (КФ ГС) РАН.

#### **СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

С 2000 г. наши специалисты отслеживают активность вулканов в режиме, близком к реальному вре-

мени. Видео- и визуальные наблюдения в условиях полуострова часто невозможны из-за плохой погоды или темноты (что составляет у нас до 75% от общего времени), а также расположение большей части вулканов вдали от населенных пунктов. Спутники контролируют большие территории, причем независимо от погоды и времени суток. Однако поступающие от них данные носят дискретный (прерывистый) характер и доступны только с некоторой задержкой (минимум ~ 30 мин, в среднем — 2 ч), поэтому точно определить время начала извержения невозможно. Иное дело сейсмологический мониторинг, именно он обеспечивает непрерывный круглосуточный контроль в режиме реального времени и является ведущим методом исследований.

Сотрудники Камчатского филиала Геофизической службы РАН ежедневно ведут сбор и обработку сейсмической информации, на основе которой делают





**Пепловое облако высотой 10 км от взрывного извержения вулкана Безымянный 1 сентября 2012 г. На переднем плане – вулкан Ключевской. Фото Ю. Демянчука**



**Лавовый поток, вытекающий из нижнего эруптивного центра трещинного Толбачинского извержения 14 декабря 2012 г. Фото Ю. Демянчука**

выводы о возможном развитии активности вулканов. Срочные сведения об опасности передаются в Главное управление МЧС Камчатского края, Центры слежения за пепловыми облаками в Токио и Анкоридже, Аляскинскую вулканологическую обсерваторию (АВО), а также в Камчатскую группу реагирования на вулканические извержения (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team — KVERT) Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, созданную в 1993 г. на базе Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН в тесном сотрудничестве с КФ ГС и АВО. За время работы KVERT отправила заинтересованным организациям, включая крупнейшие авиакомпании мира, вулканологические обсерватории и службы погоды, свыше 1000 сообщений о состоянии вулканов Камчатки.

Исторически сложившаяся радиотелеметрическая сеть КФ ГС дает возможность осуществлять сейсмический мониторинг с разной степенью детальности.

Наиболее качественные наблюдения специалисты проводят на Авачинской и Ключевской группах вулканов, а также на Кизимене, Горелом и Мутновском. На «курящих горах» Карымский, Алаид (остров Атласова) и Эбеко (остров Парамушир) установлено по одной станции, что позволяет фиксировать слабые локальные землетрясения, правда, без определения их пространственного положения. На остальных вулканах регистрируют только сильные подземные колебания с помощью удаленных комплексов.

В 1996–1998 гг. был осуществлен качественный скачок в обработке сейсмической информации, связанный с внедрением цифровой регистрации сигналов, методическим и программным обеспечением обработки записей с экрана компьютера. Кроме того, удалось завершить объединение всех телеметрических данных в рамках единой корпоративной сети, что открыло доступ к ним в реальном режиме времени. С введением современных технологий представительный энерге-

**Эксплозивное извержение вулкана  
Кизимен с пепловым выбросом  
высотой до 6 км над уровнем моря  
5 января 2011 г. (Кроноцкий биосферный  
заповедник). Фото Е. Власова**



тический класс обрабатываемых землетрясений (т.е. их количественная величина, варьирующаяся в диапазоне значений от 0 до 18–20)\* улучшился в среднем на единицу. Появилась возможность фиксировать в вулканических районах более слабые толчки.

Все землетрясения, включая их основные параметры, зарегистрированные тремя и более станциями, и обзоры по сейсмическому мониторингу вулканов Камчатки публикуются в ежегодных сборниках Геофизической службы РАН.

### ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ И ПРОГНОЗ

По числу землетрясений и их распределению в пространстве и времени, выделившейся энергии, а также по спектральному составу сигналов и другим параметрам идентифицируют два уровня сейсмической активности: фоновый (нормальный) и выше фона (повышенный). Первый свидетельствует об отсутствии пепловых выбросов, лавовых потоков из раскаленного материала. Второй уровень, когда приборы фиксируют аномальную сейсмичность, означает, что «огнедышащая» гора неспокойна. В этом случае вступает в действие система предупреждения о повышении вулканической опасности, реализуемая с помощью четырехцветной шкалы кодов. Впервые ее использовали на Аляскинской вулканологической обсерватории, обозначая степень угрозы вулканов для авиации. Существенным дополнением к ней стало выставление цветового кода в зависимости от зарегистрированной в данные сутки сейсмической активности: зеленый, желтый, оранжевый и красный. Это позволяет в режиме реального времени оценивать состояние вулканов. Сбор, накопление и исследование зарегистрированных данных создают пред-

посылки для составления прогноза — официального документа с указанием типа извержения, его масштаба, времени начала и продолжительности события, угрозы для населения. Он поступает в Камчатский филиал Российского экспертного совета (КФ РЭС) по прогнозу землетрясений и оценке сейсмической опасности и риска.

Первый официальный прогноз мы передали в КФ РЭС в январе 2005 г. К 2013 г. накоплен достаточный опыт для уверенной оценки состояния вулканов Безымянный и Ключевской. Это позволило сделать 10 успешных краткосрочных прогнозов из 12 эксплозивных (со взрывами) извержений Безымянного при одной ложной тревоге и 3 успешных среднесрочных прогноза развития активности Ключевского из 4-х, произошедших в 2005–2012 гг.

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проблема своевременного оповещения ответственных служб о месте, времени и высоте пеплового выброса в режиме, близком к реальному времени, независимо от погодных условий и времени суток, не теряет актуальности. Необходимость ее решения связана, прежде всего, с обеспечением безопасности авиаполетов. Автоматизация данного процесса может существенно упростить и ускорить работу оператора.

В 2003 г. лаборатория исследований сейсмической и вулканической активности Камчатского филиала Геофизической службы РАН начала применять оригинальный эмпирический метод для обнаружения и оценки высоты пепловых выбросов. Соответствующие им сейсмические сигналы выделяют в результате временного спектрального анализа, а высоту выбросов оценивают по интегралу абсолютной скорости (разработчик программы — ведущий специалист КФ ГС Дмитрий Дроздин). К настоящему времени в ла-

\*См.: Энергия вулканов. — Наука в России, 2006, № 1 (прим. ред.).



**Эксплозивное извержение  
вулкана Шивелуч  
с пепловой колонной  
высотой 10 км 12 мая 2014 г.  
Фото Ю. Демянчука**

боратории создана база данных, включающая материалы видео-, фото- и визуальных наблюдений пепловых выбросов и сопутствующих им сейсмических сигналов для активных вулканов Камчатки. Например, на Шивелуче зафиксировано свыше 350 таких событий, на Карымском — более 100, Кизимене — свыше 20, Безымянном — 9.

В 2012 г. начались работы по автоматизации процедуры выделения и расчета высоты пеплового выброса, завершившиеся в том же году запуском ее первого варианта (автор Виталий Близнецов). Для этого программа использует частотный индекс FI, равный десятичному логарифму  $\log(Au/Al)$ , где Au — амплитуда сигнала в высокочастотной полосе, Al — амплитуда сигнала в низкочастотной полосе. Разделение непрерывной сейсмической записи по частотным полосам производится программой SWAN (автор Дмитрий Дроздин).

Применение эмпирического метода для четырех активных вулканов (Шивелуч, Карымский, Безымянный и Кизимен) показало его высокую эффективность. Из нашего опыта можно заключить: точность оценки высоты по сейсмологическим данным составляет ~30% от высоты и примерно равна точности спутниковой информации. С 2001 по 2011 г. благодаря новой разработке мы передали в рамках международного проекта KVERT более 680 срочных сообщений о пепловых выбросах, представляющих опасность для авиации.

### **ОГНЕННОЕ «ДЫХАНИЕ» ПОЛУОСТРОВА**

Что происходит на камчатских вулканах в последние годы? По информации КФ ГС, сейчас в регионе активны 9 вулканов: Карымский, Плоский Толбачик, Шивелуч, Ключевской, Мутновский, Жупановский, Горелый, Безымянный и Кизимен.

В последние годы наиболее сильные пепловые выбросы мы регистрируем на Шивелуче — самом северном из действующих гигантов, расположенном в Усть-Камчатском районе. Он возобновил деятельность 4 декабря 2006 г. после примерно годичного «молчания». С тех пор извержение на нем не затихает, но происходит неравномерно с периодичностью несколько раз в год. При усилении деятельности высота пепловых выбросов Шивелуча достигает 10 км над уровнем моря. Потом наступает период ослабления, в итоге исполин на несколько недель успокаивается. Затем его «дыхание» вновь усиливается. В таком состоянии вулкан находится уже более восьми лет. И пока нет оснований для изменения этого режима.

Грандиозным можно назвать извержение расположенного в том же Усть-Камчатском районе Плоского Толбачика, начавшееся 27 ноября 2012 г. с открытия трещины длиной около 5 км. До этого вулкан «молчал» 36 лет. На его склоне образовались два центра выхода лавы с температурой ~1 000 °С. Один из потоков прошел свыше 6 км, второй — более 15 км. Площадь лавовых полей, излившихся в первые дни извержения, была сравнима с размерами города Елизово — второго по величине на Камчатке. Это событие вошло в историю науки как «Трещинное извержение имени 50-летия Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН на Толбачинском долу». Названия извержениям дают редко, только в случае их исключительного характера. В апреле 2013 г. подземная деятельность Плоского Толбачика начала ослабевать, а 23 августа закончилась его главная фаза. Активизации «дышащей» горы в ближайшее время, согласно нашим данным, не ожидается.

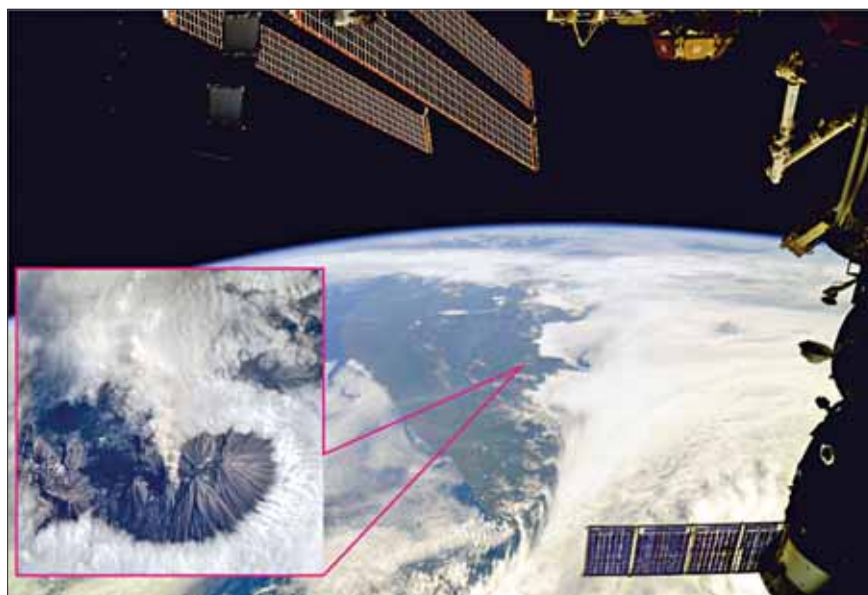
Безымянный, находящийся в центральной части Ключевской группы вулканов в 350 км к северо-вос-



**Извержение вулкана Жупановский.**

Фото космонавта Олега Артемьева (Роскосмос) со станции МКС 16 июля 2014 г.

Съемка выполнена в рамках программы «Мониторинг вулканов Курило-Камчатской островной дуги» под руководством доктора геолого-минералогических наук Анатолия Хренова.



току от Петропавловска-Камчатского, «молчал» на протяжении тысячи лет. И вплоть до 1955 г. считался потухшим. Первое его извержение в современной истории началось в октябре 1955 г. А 30 марта 1956 г. наступил переломный момент: в тот день произошел мощный взрыв, уничтоживший вершину вулкана (он стал на 300 м ниже) и изменивший окружающую местность. После этого события на исполине происходили 1–2 эксплозивных извержения в год с высотой пепловых выбросов от 6 до 15 км над уровнем моря.

В 2004 г. специалисты нашей лаборатории по сейсмологическим и спутниковым данным сформулировали первый вариант алгоритма прогноза активности Безымянного. Его применение с 2005 г. по декабрь 2010 г. позволило сделать прогноз 7 умеренных эксплозивных извержений из 9 зарегистрированных, при одной ложной тревоге. Новый, скорректированный вариант алгоритма помог нам точно предсказать извержения гиганта 13 апреля 2011 г., 8 марта 2012 г. и 1 сентября 2012 г. без пропусков и ложных тревог.

Ключевской — самый высокий (~4750 м) и мощный базальтовый вулкан Курило-Камчатской области. В 2000–2010 гг. на нем произошло 5 продолжительных извержений в центральном кратере с мощными пепловыми выбросами и излияниями лавовых потоков. Главная особенность всех зарегистрированных событий — постепенность развития, поэтому их прогноз менее значим в сравнении с внезапным, мощным, взрывным поведением Безымянного. Тем не менее, сбор данных и их оценка позволили сделать три среднесрочных прогноза развития активности Ключевского для четырех последних извержений.

В последнее время оживилась деятельность вулкана Кизимен, расположенного на западном склоне южной оконечности хребта Тумрок в 265 км от Петропавловска-Камчатского. До октября 2010 г. в этом районе в течение полутора лет происходили достаточно сильные и мно-

гочисленные землетрясения, однако никаких внешних изменений в деятельности вулкана наши службы не наблюдали, фиксировали только эмиссию газов из многолетней фумаролы (трещина, отверстие) на северном склоне, 400 м ниже вершины. В октябре 2010 г. здесь произошли 3 наиболее сильные землетрясения в диапазоне глубин от 2 до 3 км. В декабре, по данным снимков из космоса, в районе Кизимена появилась яркая термальная аномалия, что указывало на близость горячего материала к поверхности. На основании этой информации сотрудники лаборатории исследований сейсмической и вулканической активности передали в КФ РЭС и участникам проекта KVERT прогноз: «Все представленные данные свидетельствуют об активизации вулкана, разрушении его постройки, о подготовке к сильному эксплозивному извержению, которое может произойти в ближайший месяц». И действительно, 12 декабря 2010 г. сейсмические приборы зарегистрировали сильное эксплозивное извержение Кизимена. Это подтвердили и спутниковые данные Аляскинской вулканологической обсерватории, зафиксировавшие распространение пеплового шлейфа от вулкана на высоте ~10 км в северо-западном направлении через поселки Козыревск и Тигиль. И в дальнейшем вулкан проявлял сейсмическую активность, сопровождавшуюся горячими лавинами, спускающимися по его склонам, и сильной парогазовой деятельностью. А в результате сильного извержения 2011 г. он значительно изменил внешний облик прилегающей территории.

Авиамаршруты над Камчаткой диспетчеры пролагают таким образом, чтобы самолеты не попали в зону действия активных вулканов. В своей работе они также используют данные сейсмологического мониторинга КФ ГС РАН.

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ПОДЗЕМНЫЕ КЛАДОВЫЕ ТИМАНО-ПЕЧОРЫ

---

Лилия ЖДАНОВА, главный хранитель,  
Ирина АСТАХОВА, младший научный сотрудник,  
Геологический музей им. А.А. Чернова Института геологии  
Коми научного центра УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар)

---

**Геологический музей, носящий имя первооткрывателя Печорского угольного бассейна доктора геолого-минералогических наук Александра Чернова, был создан 46 лет назад как одно из подразделений Института геологии Коми научного центра УрО РАН. Спустя десятилетия благодаря собирательской, экспедиционной и научно-исследовательской работе он превратился в крупнейшее хранилище каменного материала, собранного учеными на Северо-Востоке Европейской России и отражающего разнообразие геологического строения и минерально-сырьевых богатств этой огромной территории. Монографические, выставочные и архивные фонды музея содержат свыше 165 тыс. экспонатов, объединенных в 750 коллекций.**

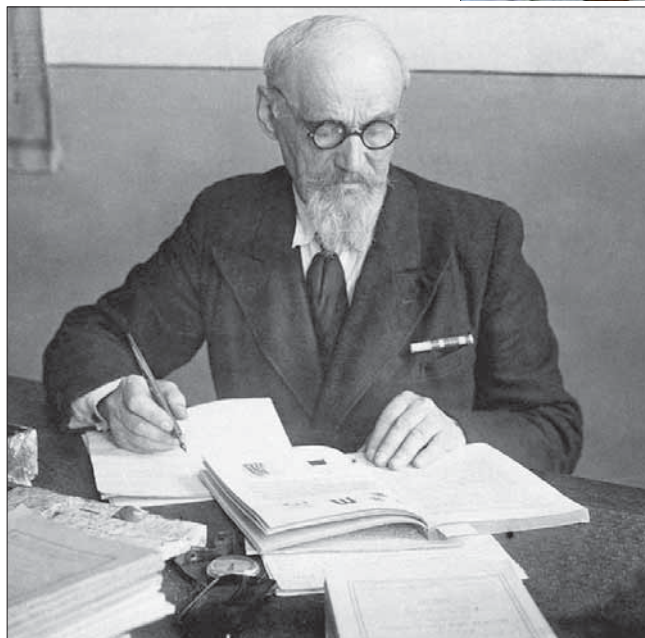
## **«ВОЗБУДИТЬ ИНТЕРЕС К НЕЖИВОЙ ПРИРОДЕ»**

Историю нашего научно-просветительского центра принято отсчитывать с 1968 г., когда в свет вышло постановление Бюро Отделения наук о Земле АН СССР, поддерживающее организацию в Институте геологии Коми филиала АН СССР Геологического музея. Но эта идея начала пробивать себе дорогу задолго до решения академии.

В середине 1950-х годов Александр Чернов, в то время возглавлявший в филиале сектор геологии, не раз поднимал вопрос о необходимости создания в республике музея, в котором были бы представлены материалы, характеризующие богатства недр Северо-Востока Европейской России. «Задача музея должна заключаться в том, — отмечал он, — чтобы возбудить в местном населении интерес к неживой природе вообще и своего края в частности, а также познакомить его с практическим значением различных объектов

неживой природы и процессов, протекающих в ней». Чернова поддержал доктор геолого-минералогических наук Марк Фишман, в 1961 г. возглавивший Институт геологии Коми филиала АН СССР. В одной из своих статей он вспоминал: «О необходимости создания музея говорилось много раз. Он даже был предусмотрен в структуре института. Однако по-настоящему приступили к этому только в шестидесятых годах. Ко времени организации института в 1958 году в нем накопились уже значительные коллекции разнообразного каменного материала, хранившегося самими сотрудниками. К сожалению, никакой системы хранения и учета коллекций не существовало. Коллекции увольнявшихся сотрудников, как правило, пропадали как бесхозные. Однако подчас они представляли собой уникальный материал огромной научной ценности. Надо было принимать меры для сохранения коллекций». И такой «мерой» оказалось

**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН  
(г. Сыктывкар).**



**Первооткрыватель Печорского угольного бассейна  
доктор геолого-минералогических наук Александр Чернов.  
1950-е годы.**

организованное в 1961 г. Фишманом институтское камнехранилище, ставшее предтечей нынешнего Геологического музея.

### **ПЕРВЫЕ ШАГИ**

25 декабря 1969 г. вышло распоряжение директора института о сдаче сотрудниками тематических коллекций и создании для их приема музейной комиссии под председательством Фишмана. В ее состав вошли Николай Юшкин, Дина Томова, Борис Голдин и другие ведущие ученые и специалисты. С этого времени начался процесс длительной и кропотливой комплектации собрания и формирования экспозиций, в основу которой была положена идея региональной направленности.

Первый хранитель фондов Дина Томова занялась упорядочением принятого от сотрудников каменного материала, систематизацией монографических, ра-

бочих и архивных коллекций. Что касается их оформления, то комиссия приняла решение делать это по канонам Палеонтологического музея АН СССР, так как организованная там структура учета и хранения образцов в полной мере отвечала целям сыктывкарского музея.

Фонд начали формировать с образцов, собранных в ходе экспедиций академиком Николаем Юшкиным. В 1967 г. он исследовал вольфрамовую минерализацию на Приполярном и Полярном Урале и все 4 коллекции со 170 образцами передал в музей. Николай Павлович внес огромный вклад в создание минералогического фонда, постоянно пополняя его материалом, добытым в ходе многолетних продолжительных полевых исследований. В зале демонстрируется редчайшая находка собирателя – образцы арктического янтаря из отложений реки Песчаной (горный хребет Пай-Хой, Югорский полуостров). Это 16 проб,





Зал минералогии.

Тиманский агат.



состоящих преимущественно из небольших желто-оранжевых окатанных зерен минерала, объединенных в одну коллекцию. Благодаря путешествиям и командировкам Юшкина у нас также появились другие ценные экземпляры с месторождений Южного Урала, Дальнего Востока, Карелии, Кольского полуострова и зарубежных стран.

Сначала образцы демонстрировали на временных тематических выставках, приуроченных к конференциям, совещаниям, городским смотрам. Стационарную часть открыли в вестибюле здания в мае 1978 г. к 20-летию института. Затем музеем выделили зал площадью 50 м<sup>2</sup>. Главным его экспонатом стала большая геологическая карта полезных ископаемых. По периметру располагались стенды с характеристикой отдельных регионов республики (Новая Земля, Пай-Хой, Полярный, Приполярный, Северный Урал, Тиман, Русская плита) и их недр. Кроме того, были оформлены экспозиции, посвященные видам минерального сырья, имеющего большое народнохозяйственное значение. Центр зала заняли витрины с камнесамоцветным материалом и друзами кварца. К тому времени фонды состояли из 204 коллекций, содержащих 13 500 образцов горных пород, минералов, палеонтологических остатков, препаратов и шлифов.

В 1980-х годах Институт геологии переехал в новое здание. Музей, расширивший свои площади, одновременно получил новый импульс к развитию. Собрание пополнилось еще двумя сотнями выставочных образцов — друзами и кристаллами кварца, кальцита, сфена и других минералов. Тогда же в коллекции появился пьезооптический кристалл горного хрусталя «Витязь» с месторождения Додо Неройского хрусталеносного поля Приполярного Урала весом 1350 кг, ставший визитной карточкой музея. Он занял почетное место в фойе первого этажа здания института.

Сегодня в нашем собрании свыше 165 тыс. единиц хранения — образцы, шлифы, препараты и пробы. Значительная их часть размещена на площади 350 м<sup>2</sup> в залах истории геологических исследований на территории Республики Коми, полезных ископаемых, строения земной коры и эволюции органического мира, литологии, петрографии, минералогии и камнесамоцветного сырья. В 2005–2007 гг. открылся еще один зал — «Ноев ковчег». Там нашли свое место свыше 500 изящных каменных фигурок зверей, птиц и насекомых из частной коллекции Александра Боровинских.

### НЕУТОМИМЫМ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ СЕВЕРА

Музей хранит важную информацию по истории геологического изучения Европейского Северо-Востока. Часть ее оформлена в небольшую экспозицию, где представлены маршруты первых экспедиций в Печорский край и их результаты, портреты выдающихся ученых — Веры Варсанофьевой, Николая Тихоновича, Константина Войновского-Кригера, Николая Сирина и Андрея Кремса, труды которых раскрыли потенциальные возможности Тимано-Печорского региона.

Отдельный мемориальный раздел посвящен Александру Чернову — первому организатору научных исследований в Коми филиале АН СССР. Обычно его имя связывают с открытием Печорского угольного

Арктический янтарь,  
река Песчаная, Пай-Хой.  
Из коллекции Николая Юшкина.



Кристалл горного хрусталя «Витязь»  
весом 1350 кг. Додо Неройское  
хрусталеносное поле, Приполярный Урал.



бассейна и созданием региональной школы геологов. Однако научные интересы и практические результаты ученого были гораздо шире. Наряду с изучением углей Александр Александрович уделял большое внимание проблемам нефтеносности Печорского края и Тимана. Заметная часть его работ посвящена геологии Приполярного Урала, гряды Чернышева (возвышенности на севере Приуралья) и Тиманского края, а также различным видам полезных ископаемых — золоту, алмазам, каменным солям и др. В свою последнюю экспедицию по Печорскому краю он выехал в 1948 г. В экспозиции — письменный стол геолога, настольная лампа, коллекция горных пород, фотографии, полевые дневники и научные труды.

### КАМЕННАЯ БИБЛИОТЕКА

Самый представительный в музее (~920 образцов) — зал полезных ископаемых. Его смысловым центром является электрифицированная схематическая карта (3x4 м) Европейского Северо-Востока, где показаны добываемые в регионе виды минерального сырья и их приуроченность к важнейшим геологиче-

ским структурам. Открывает выставку блок горючих ископаемых, разработка которых составляет основу современной экономики Республики Коми. Печорский бассейн, второй в стране по ресурсам, содержит всю гамму ископаемых углей — от бурых до антрацитов, что нашло отражение в нашей экспозиции. Значительное место здесь отведено самым ценным природным богатствам на Земле — нефти и газу. Напомним, на территории Коми располагается Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, имеющая стратегическое значение в топливно-энергетическом комплексе Северо-Запада нашей страны.

В зале представлен весь спектр рудных полезных ископаемых, обнаруженных на Полярном и Приполярном Урале, Среднем и Южном Тимане. В настоящее время в республике выявлены, разведаны и оценены месторождения руд черных (марганцевые, титановые, хромитовые), цветных (бокситы, медные, полиметаллические), редких (вольфрам, молибден, висмут, ниобий, тантал), благородных (золото, платиноиды, серебро) металлов, а также алмазов. Особый интерес представляют образцы золота с россыпных и коренных месторождений, сосредоточенных в бассейнах рек Кожим (Кожимское) и Печорская Пижма (Ичетью).

Особо выделена экспозиция, посвященная нерудным полезным ископаемым. Их используют в качестве агрохимического (фосфориты, барит, минеральные соли), строительного (известняки, глины, доломиты, гипс, асбест, мраморы, кварциты, песчаники), пьезооптического (флюорит, пьезокварц, горный хрусталь) и ювелирного (драгоценные и самоцветные камни) сырья.

Геологический музей им. А.А. Чернова — место концентрации минералогической информации по Тимано-Североуральскому региону. Данные о его подземных кладовых обобщены и систематизированы, о чем свидетельствует размещенный на стенах ка-





**Зал истории  
геологических исследований.**



**Слепок полного скелета  
тарбозавра (550х100х300 см).  
Экскурсию ведет Ирина Астахова.**

дастр, содержащий сведения о 600 видах минералов и их разновидностях, установленных на нашей территории. Специальными значками показаны те, что находятся в музейных фондах (они составляют 43% от числа известных в регионе).

В минералогическом собрании — 51 коллекция (6250 единиц хранения). Внимание привлекают прежде всего уникальные образцы, имеющие собственную историю. К ним в первую очередь следует отнести упомянутый кристалл горного хрусталя «Витязь», а также друзу пьезооптического дымчатого кварца «Черный айсберг» весом 180 кг с месторождения «Желанное» в Приполярном Урале, где сосредоточено 80% всех отечественных запасов кварца. Для этой группы сросшихся кристаллов характерны постепенные переходы от дымчатой окраски до практически черного цвета (отсюда и название).

Другой популярной окрашенной разновидностью кварца является аметист. В нашей экспозиции нахо-

дится редкий его образец — приполярноуральский аметист пурпурно-фиолетового цвета (9х7х6 см) с месторождения «Хасаварка», отличающийся по сочности окраски от аналогичных образований других месторождений. Украшение коллекции — так называемый кварц-волосатик (21х9х7 см) с насыщенными включениями тонкоигльчатого рутила золотисто-желтого цвета. Его обнаружили на склонах Приполярного Урала (месторождение «Скалистое»). Примечательно, что рутил в образце при толщине около 1 мм достигает длины до 100 мм.

Почетное место в экспозиции занимают два минерала — черновит и юшкинит, открытые в разное время сыктывкарскими геологами. Летом 1966 г. известный специалист в области петрологии магматитов и минерогении доктор геолого-минералогических наук Борис Голдин во время экспедиционных работ в Приполярном Урале обнаружил неизвестный науке иттриевый минерал. Но существовавшие тогда



**Витрина, посвященная  
угольному руднику Еджыд-Кырта.**



**Полевые исследования  
на Харбейском молибденовом руднике.**

методы не позволяли точно квалифицировать его. Коллеги ученого Марк Фишман и Николай Юшкин решили сопоставить находку с искусственными соединениями и пришли к выводу, что «незнакомец» идентичен арсенату иттрия  $Y(AsO_4)_3$ , синтезированному и описанному в 1934 г. итальянскими химиками. В ходе дальнейших изысканий геологи добыли необходимые сведения для доказательства новизны уральского минерала. Название «черновит» он получил в честь выдающегося исследователя Печорского края Александра Чернова. Его образец представлен в музее в виде фрагмента кварцевого порфира с кварц-пьемонтитовыми прожилками.

Юшкинит впервые обнаружил на Югорском полуострове в среднем течении реки Силовых аспирант

сыктывкарского Института геологии Александр Макеев. Зимой 1976 г., разбирая собранную в экспедиции коллекцию, геолог обратил внимание на необычный по цвету фиолетово-розовый минерал. Но его количества было крайне мало для проведения полноценного химического анализа. В конце 1970-х годов в институт поступил новый лазерный микроспектральный анализатор, с помощью которого удалось установить главные составляющие элемента — магний, ванадий и алюминий. Их соотношение свидетельствовало о новизне материала. Это подтверждала и снятая рентгенограмма, не имевшая аналогов среди известных природных соединений. К тому же удалось установить, что он мягче графита, им можно писать на бумаге, как карандашом. К дальнейшим

исследованиям подключились специалисты московского Института геологии, минералогии и геохимии рудных месторождений АН СССР. На рентгеновском микрозонде ученые провели точный количественный состав минерала, с помощью метода дифракции электронов изучили его кристаллическую структуру и на уникальном приборе сняли спектры отражения. Оказалось, что силовая находка — представитель крайне малочисленной группы гибридных соединений, куда на тот момент входили только два минерала — валлериит и точилинит. Макеев назвал ее юшкинитом в честь своего учителя академика Николая Юшкина, внесшего большой вклад в изучение подземных богатств Пай-Хоя.

### ЦАРСТВО ДРЕВНИХ ГИГАНТОВ

Палеонтологическая часть зала «Эволюция органического мира» раскрывает историю развития жизни на Европейском Северо-Востоке во всем ее разнообразии: от простейших одноклеточных организмов до высокоорганизованных позвоночных животных. Особый интерес у посетителей вызывают черепа плеистоценовых (эпоха четвертичного периода геологического развития Земли, начавшаяся 2,588 млн лет назад и закончившаяся 11,7 тыс. лет назад) пещерных медведей, львов, овцебыков и других животных.

Уникальный палеонтологический экспонат музея — монтажная композиция почти полного черепа мамонта с хорошо сохранившимися зубами и бивнями (общий размер конструкции 130х65х70 см), найденного в 1972 г. в районе деревни Бызовая, расположенной на одноименной реке. Эта печорская деревенька стала самым известным в Республике Коми местом раритетных находок — в 1962 г. здесь обнаружили одну из древнейших на Европейском Севере стоянок первобытных людей. С тех пор Бызовая стала предметом изучения не одного десятка отечественных и зарубежных палеонтологов. Специалисты нашли здесь ~ 4 тыс. костей и бивней животных, возраст которых порядка 25–27 тыс. лет. Большая часть артефактов — ископаемые останки мамонтов. Но в «мясное меню» обитателей стоянки входили также шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis*), северный олень (*Rangifer tarandus*), мускусный бык (*Ovibos moschatus*), лошадь (*Equus callabus sp.*), медведь (*Ursus arctos*), волк (*Canis lupus*) и полярная лиса (*Alopex lagopus*). Одна из самых интересных находок — череп мамонта с прижизненными повреждениями костей лицевого отдела — теперь хранится в музее Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

В пермских отложениях на территории республики известно множество находок вымерших наземных пресмыкающихся. В зале выставлен оригинал посткраниального (от лат. «пост» — после и греч. «кранион» — череп) скелета парейазавра, обнаруженный на реке Вятка Кировской области. Он появился у нас благодаря сотрудничеству с Котельничским палеонтологическим музеем (Кировская область). Практически полный, хорошо сохранившийся скелет животного характерен для взрослой особи предков рептилий — брадизавриды.

В 2009 г. коллекцию пополнил слепок полного скелета тарбозавра (550х100х300 см), сделанный по заказу в Палеонтологическом институте РАН. Данный представитель рептилий обнаружен в меловых отложениях на территории Южной Монголии.

### ПРОДОЛЖАЯ ТРАДИЦИИ ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЕЙ

Наши специалисты и сегодня ведут работы в области геологии и использования недр Европейского Северо-Востока, истории освоения его обширных территорий. Благодаря полевым исследованиям и поездкам последних лет мы получили экспозиционный, коллекционный и фотодокументальный материал по горным промыслам Коми края. Многолетняя работа с документами Национального архива республики помогла воссоздать историю ряда уникальных горнодобывающих предприятий региона. Речь, в частности, идет о заводе по производству радия, действовавшем в 1931–1956 гг. в поселке Водный недалеко от Ухты. Это было единственное в мире предприятие, где радий выделяли из подземных минерализованных вод. Мало кто знает, что в республике существовал Ижемский гелиевый завод, построенный в 1949 г. под Ухтой. По разным оценкам, он долгое время оставался ведущим предприятием СССР, обеспечивая до 70% производства инертного газа в стране, в котором нуждались отечественное кораблестроение, авионавтика, атомная энергетика.

Кроме того, специалисты музея открыли неизвестные страницы истории освоения Печорского угольного бассейна, они показали: она начинается не с Воркуты, как принято считать, а с рудника Еджид-Кырта на реке Шугор (средняя Печора). И первый уголь, отправленный в Архангельск в 1932 г., был не воркутинским, а еджид-кыргытским. Угледобычу вели там с 1932 по 1957 г.

Получаемые из Коми научного центра УрО РАН, Территориального геологического фонда, Национального музея Республики Коми и других учреждений архивные и библиографические материалы сотрудники музея широко применяют в просветительской работе. Музей предлагает гостям различные тематические экскурсии, в том числе узкоспециализированные: «Биоэнергетическая сила камня», «Роль алюминия в жизни человека», «Черные металлы» и др. Палеонтологическую экспозицию часто используют учителя общеобразовательных школ города как наглядный материал для курса биологии. А преподаватели Сыктывкарского государственного университета, Коми государственного педагогического института и Сыктывкарского лесного института регулярно читают здесь лекции для студентов.

Фото из архива  
Геологического музея им. А.А. Чернова  
Института геологии  
Коми научного центра УрО РАН

# АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ-ЗАПОВЕДНИК «ТАНАИС»



---

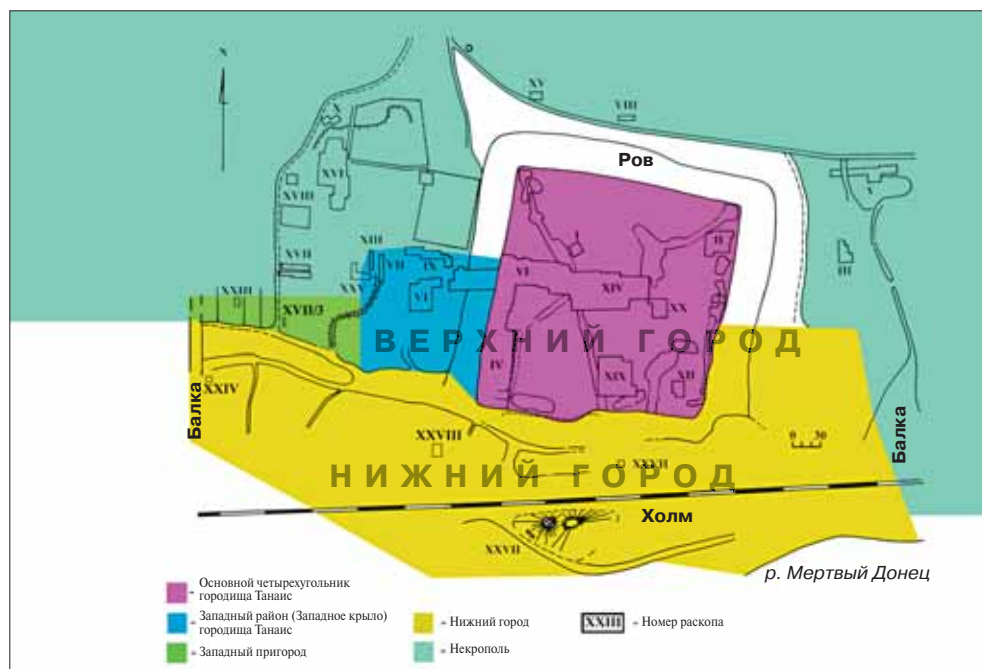
Кандидат исторических наук Вадим ПЕРЕВОЗЧИКОВ,  
директор ГБУК РО «Археологический музей-заповедник «Танаис»  
(Ростовская область)

---

**Объект культурного наследия  
«Археологический музей-заповедник «Танаис» —  
первый из созданных в России  
археологических музеев-заповедников.  
Его основой стали руины  
древнего города Танаиса — крайнего северо-восточного  
пункта античного мира  
(первая четверть III в. до н.э. — середина V в. н.э.).**

*Городище Танаис в 1970-х годах. Аэрофотосъемка. Вид с севера.*





Вид на восточную часть городища Танаис и деревянный помост.

### ИСТОКИ И ЗАРОЖДЕНИЕ БУДУЩЕГО ЗАПОВЕДНИКА

Упоминание города Танаис встречается у античных авторов (Плиний, Страбон). В 1823 г. при объезде придельтовой части реки Дон известный российский археолог Иван Стемповский пришел к выводу о соответствии городища у хутора Недвиговка этому античному городу. А уже в 1853 г. видным филологом, профессором греческой словесности Московского университета, членом-корреспондентом Петербургской АН Павлом Леонтьевым здесь были проведены первые крупные археологические раскопки. Последовавшие затем исследования этой местности проводились в основном на городище: в 1867 г. работы возглавил историк-востоковед и нумизмат, член-корреспондент Императорской Санкт-Петербургской

академии наук по разряду восточной словесности Владимир Тизенгаузен, а с 1870 г. — один из первых ставропольских краеведов, автор ряда замечательных статей по археологии, истории и природе Ставропольского края Петр Хицунов. В 1908—1909 г. выдающийся русский археолог-востоковед, исследователь истории и археологии Средней Азии, профессор Петербургского университета Николай Веселовский исследовал значительный участок местного некрополя. В 1920-е годы городище неоднократно посещали сотрудники самой большой тогда на Дону Северо-Кавказской археологической экспедиции. С 1955 г. ежегодные работы на памятнике начала Нижне-Донская экспедиция Института археологии АН СССР. С 1955 по 1972 г. их возглавлял известный ученый-антиковед доктор исторических наук Дмитрий Шелов,



На центральном раскопе  
городища.  
Вид с северо-востока.

а с 1973 г. — старший научный сотрудник Института археологии РАН кандидат исторических наук Татьяна Арсеньева. Ныне памятник исследует экспедиция ГБУК РО «Археологический музей-заповедник «Танаис» во главе с заместителем директора по археологическим исследованиям кандидатом исторических наук Сергеем Ильяшенко.

Решение Ростовского облисполкома (от 15 июля 1958 г.) о создании археологического музея-заповедника «Танаис» было не случайным. Ведь с самого начала ученые зафиксировали необычайную сохранность памятника по сравнению с другими аналогичными объектами археологического наследия на территории России. Уникален сам культурно-исторический ландшафт памятника и насыщенность прилегающей к нему территории другими археологическими памятниками разных эпох: от позднего палеолита до развитого средневековья. Созданный первоначально как заповедная территория на основе городища и некрополя Танаиса, объект культурного наследия «Археологический музей-заповедник «Танаис» за годы функционирования стал основным фактором сохранения археологических объектов в границах его зон охраны и на прилегающих территориях. Это позволяет рассматривать образуемый ими комплекс как единый объект охраны археологического наследия.

По данным корректировки границ памятника и его зон охраны общая площадь объекта культурного (археологического) наследия федерального значения составляет около 750 га. Площадь же земельного участка, закрепленного за нашим учреждением в безвозмездное пользование, — 22,3 га. Она включает в

себя цитадель Танаиса («основной четырехугольник городища»), Западный район древнего города и небольшую часть некрополя. Весь Нижний город (2/3 городища на юге), часть Западного пригорода и практически весь некрополь (на севере, востоке и на западе) Танаиса находятся под жилой застройкой хутора Недвиговка и полями колхоза им. Шаумяна.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАМЯТНИКА

Сегодня одна из первоочередных научно-практических задач — упорядочить вопрос с несанкционированным несогласованным строительством домов повышенной этажности как на самом памятнике, так и в границах его зон охраны. Пример безобразного влияния на облик окружающего ландшафта — башни частного военно-исторического комплекса на западном участке некрополя Танаиса. Они хорошо видны с любой точки памятника и прилегающих к нему территорий и перекрывают исторический вид на Таганрогский залив Азовского моря. Кроме того, на этом участке начиная с 1999 г. по настоящее время строительство ведется без согласования с органами охраны памятников. В результате уже безвозвратно утрачено более 2000 м<sup>2</sup> площади Западного некрополя Танаиса.

На территории Нижнего города (припортовая часть Танаиса), находящегося по большей части под частной застройкой хутора Недвиговка, местные жители продолжают возводить хозяйственные сооружения и занимаются выборкой грунта. Для спасения памятника остро необходим выкуп хотя бы 14 частных домовладений, располагающихся на территории го-





*В Музее истории Танаиса.  
Центральная часть экспозиции.*



*На выставке «Новые открытия в Танаисе»  
в Выставочном комплексе  
музея-заповедника.*

рождения. Музей-заповедник обладает правом первого покупателя, но, к сожалению, воспользоваться этим пока не может из-за отсутствия финансовых средств. В случае выкупа данных домовладений удастся спасти наиболее сохранившиеся участки древнего города и после проведения археологических исследований и необходимых реставрационно-консервационных работ представить их на обозрение туристам.

Для решения целого ряда проблем по сохранению объекта культурного наследия необходима организация охраны его территории и создание специального отдела. В настоящее время в штатном расписании музея-заповедника имеется лишь сектор реставрации, консервации и реконструкции недвижимых памятников, в обязанности которого входит очистка музеефицированных участков городища Танаис от разрушающего воздействия сорной растительности, первоочередные противоаварийные реставрационно-консервационные работы, поддержание в экспо-

зиционном состоянии научных реконструкций архитектурных сооружений.

Заметим, площадь музеефицированной части памятника в связи с ежегодными исследованиями археологов постоянно увеличивается. Сегодня она составляет без малого 16 000 м<sup>2</sup>. Учитывая недостаток ресурсов музея-заповедника для проведения всего комплекса необходимых работ, он ведет активную деятельность по привлечению внешних источников финансирования.

### **ОСОБЕННОСТИ КОНСЕРВАЦИОННО-РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАБОТ**

Напомним, Танаис был построен из камня-известняка на глиняном растворе. С учетом постоянного влияния на постройку природных факторов, в том числе резких перепадов температур, воздействия солнца и дождя, а также антропогенного фактора, происходит достаточно интенсивное разрушение





На детской познавательно-игровой площадке.

каменных кладок. Для их поддержания в экспозиционном состоянии необходимо проведение ежегодных профилактических консервационно-реставрационных работ: ликвидация последствий и угроз разрушений лицевых поверхностей кладок в результате появления трещин, выпадения камней, деформации стен и др.

Первые консервационные работы в достаточно большом объеме были проведены в 1966 г. по методике, принятой в археологическом музее-заповеднике «Херсонес»\*. Используемая же ныне методика была разработана Всероссийским научно-производственным комбинатом «Росреставрация» после тщательного изучения особенностей руинированных кладок Танаиса. В этих методических указаниях был предложен и состав раствора, применяемого в ходе работ.

За годы существования музея-заповедника опробованы различные способы организации и осуществления консервационно-реставрационных работ. В первое десятилетие их осуществляла бригада мастеров-каменщиков из числа местных жителей. В 1970-х годах их сменили реставрационные студенческие отряды Ростовского госуниверситета. Со второй половины 1980-х годов — бригада специалистов (научные сотрудники и 2–3 местных каменщика). Одно оставалось неизменным: данные работы всегда проводились под руководством и постоянным наблюдением археологов музея-заповедника в полном соответствии с полевой документацией и научными отчетами, составленными по результатам раскопок. Сам процесс в обязательном порядке фотофиксировался и

документировался; по итогам составляли подробные технические отчеты.

Как показала практика, привлечение различных, пусть и лицензированных строительных организаций, для Танаиса не приемлемо. Ведь технологии, использовавшиеся древними греками при строительстве самого города, ныне уже не применяются. Поэтому соответствующих специалистов в ныне работающих строительных организациях нет. Таким образом, для проведения особых реставрационных работ на объектах городища Танаиса требуются специальные исторические знания и большой опыт, учитывающий логику строительства и навыки древних мастеров. Оптимальным было бы наличие в музее-заповеднике работающих на постоянной основе специалистов-реставраторов. Только так можно гарантировать сохранение ранее раскопанной археологами части городища Танаиса.

Наработанный за многие годы опыт музеефикации археологического памятника в музее-заповеднике «Танаис» уникален. Можно без преувеличения сказать: на сегодняшний момент всем музеям и заповедникам, перед которыми стоят аналогичные задачи, он показывает путь сохранения археологических памятников.

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНТАКТЫ, ВЫСТАВКИ И ЭКСКУРСИИ

В нашем музее-заповеднике ведется большая научно-исследовательская работа. Ежегодные раскопки археологов открывают новые страницы истории древнего города. Наряду с россиянами много лет здесь работала экспедиция Германского археологического института. Долгие годы исследует Западную часть Танаиса польский отряд Варшавского университета. Научные отчеты об этих работах хранятся в

\* Херсонесское городище расположено в Гагаринском районе Севастополя и является историко-археологическим заповедником. В 2013 г. внесено в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО (прим. ред.).



**Реконструкция хижины меота – жителя сельской округи Танаиса – в натуральную величину.**

архиве нашего учреждения. А найденные артефакты сотрудники регистрируют на постоянное хранение в его депозитариях, пополняя Государственный музейный фонд страны. Итоги своих исследований археологи публикуют в различных научных изданиях как в нашей стране, так и за рубежом. Здесь проходят археологическую практику студенты целого ряда российских вузов. За долгие годы у нашего музея-заповедника установились научные, творческие и деловые связи с целым рядом учреждений культуры, среднего и высшего образования, с профильными учреждениями ближнего и дальнего зарубежья.

За более чем полувековой период существования нашего музея-заповедника в целях его популяризации как объекта культурного наследия были выработаны и сейчас с успехом используются разнообразные формы научно-просветительской деятельности. Самая традиционная из них — экскурсии, знакомящие туристов с музеефицированными руинами древнего города, артефактами — археологическими находками из раскопок городища и некрополя (музейный фонд сегодня насчитывает 149 000 предметов!), научными реконструкциями архитектурных сооружений античной эпохи, боевых машин, ремесленных станков и многих других уникальных предметов.

Тематика наших экскурсий разнообразна и познавательна: «По Музею истории Танаиса», «По городищу Танаис» — экспозиции под открытым небом, «По Музею исторического костюма» и путешествие на самую высокую точку некрополя Танаиса — Царский курган, с вершины которого можно полюбоваться степными пейзажами, дельтой Дона и морским заливом. Кроме того, у нас создан выставочный комплекс, в пяти залах которого размещаются постоянные («История археологических исследований Танаиса», «Округа Танаиса в эпоху камня и бронзы», «Танаис и Нижний Дон в искусстве») и сменные выставки по тематике Танаиса (в частности, традицион-

ная, посвященная новым археологическим открытиям в Танаисе).

За предыдущий период нами накоплен значительный опыт работы с массовой аудиторией. Использование, расширение круга и совершенствование интерактивных программ создает оптимальные возможности для усиления его привлекательности. Особенно это важно для детей, которые составляют больше половины от общего туристического потока. В заповеднике действуют два музейно-педагогических центра: «Музей детства» и «Студия живой истории». Основной метод работы с детьми, который используют наши музейные педагоги, — «погружение в древность». Его цель — дать ребенку возможность почувствовать себя в процессе театрализованной игры или творческого занятия участником какого-то бытового, трудового или праздничного эпизода древней жизни. Это оказывает яркое эмоциональное воздействие, несущее и образовательное, и воспитательное значение. Идет пробуждение мыслительного, духовного, творческого потенциала у детей разных возрастов, развивается осознание роли Танаиса как частицы отечественного исторического наследия, в общем комплексе российской и мировой культуры, и вырабатывается бережное и уважительное отношение к нему.

В рамках работы по приобщению местных жителей к сотрудничеству в целях сохранения объекта культурного наследия, по воспитанию любви к своей малой родине, привлечению к прикладному краеведению, а также профориентации и подготовке молодых кадров по всему спектру музейных профессий много делает постоянно функционирующая в музее-заповеднике «Студия живой истории», в которой безвозмездно проводятся занятия с местными школьниками всех возрастов.

Среди событийных мероприятий, рассчитанных на всех посетителей независимо от возраста, национальности и социального положения, особое место в





**Реконструкция оборонительных сооружений Танаиса в масштабе 1:10.**

жизни музея-заповедника занимают два театрализованных праздника областного масштаба: «Пушкин и древности» (проводится в музее-заповеднике с 1980 г. в первой половине июня) и «День Танаиса» (проводится с 2008 г. в середине сентября; воссоздан по мотивам существовавшего в древности здесь праздника одноименных реки и города, о чем повествует надпись на мраморной плите II в. н.э., найденной при раскопках городища). Так, в программе нашего самого главного праздника «День Танаиса» — непрекращающееся действо на площади у «Башни поэтов», обрядовые мероприятия, театральные представления, концертные номера, «Танаисские олимпийские игры», анимация, конкурсы, викторины и спортивные состязания для зрителей. В это время на других площадках музея-заповедника сотрудники проводят мастер-классы по древним ремеслам и исторические практикумы; весь день работают музейные экспозиции и выставки, «Античный стрелковый тир», ателье «Фото в историческом костюме», детская познавательно-игровая площадка, ярмарка ремесел с интерактивными элементами, в том числе — чеканка монет по древней технологии, изготовление памятных грамот с сургучными печатями и др. И все это — в античном стиле!

Помимо этого, наш музей-заповедник активно популяризирует объекты археологического наследия, находящиеся на его территории, издавая рекламные и информационные буклеты, путеводители, наборы открыток, научно-методические сборники, разнообразную научно-популярную литературу. Большую роль в пропаганде памятника играет официальный сайт музея-заповедника «Танаис» — [museum-tanais.ru](http://museum-tanais.ru). На нем можно прочесть об истории античного города и его научных исследованиях, о новых открытиях археологов, а также виртуально познакомиться с его экспозициями и выставками. Имеется информация о Танаисе также на целом ряде сайтов-партнеров музея-заповедника, посвященных археологии, музе-

ям, культурному наследию, культурно-познавательному туризму в России и др.

Сотрудники музея-заповедника участвуют в специальных программах электронных СМИ, посвященных проблемам сохранения культурного наследия и музейному делу, готовят информационные сообщения об археологических открытиях, о массовых музейных акциях, организуют интервью и репортажи с места событий и сами активно в них участвуют.

Немалую роль в пропаганде Танаиса как уникального объекта культурного наследия России играют его выездные программы и рекламно-пропагандистские акции на межрегиональных и международных форумах, фестивалях и выставках. Среди них международная туристическая выставка «Интурмаркет» (Москва), межрегиональная туристическая ярмарка «Мир без границ» (Ростов-на-Дону), международный фестиваль музеев «Интермузей» (Москва), «Фестиваль науки Юга России» (Ростов-на-Дону), праздничные фестивали «Шолоховская весна» (станция Вешенская) и «Пасхальный перезвон» (Ростов-на-Дону). В программный блок каждого из этих событий входят тематические выставки, мастер-классы, интерактивные занятия и театрализованные действия.

### **ЗАМЫСЛЫ И БУДУЩИЕ ПРОЕКТЫ**

У музея-заповедника «Танаис» большие планы. Сегодня завершается работа по созданию проекта нового музейного комплекса на его территории: предполагается строительство новых музейных объектов и снос старых. За первые десятилетия своего существования из-за недостатка средств были выстроены несколько кирпичных строений, у которых практически нет фундамента. Своим видом они уродуют обший ландшафт заповедной территории. Их заменят новые современные музейные объекты, достойные всемирно известного памятника, коим по праву считается наш заповедник.





На празднике «День Танаиса». Показ коллекции костюмов «Древние народы Дона».

На северном, ныне пустующем, участке нашей территории после исследования погребений некрополя Танаиса планируют возвести новое двухэтажное здание музея. Здесь целый этаж займет специально оборудованный музейно-педагогический центр («Музей живой истории») — специальные тематические аудитории для проведения исторических практикумов и уроков древних ремесел. Подобного нет ни в одном музее нашей страны. На втором этаже разместится современная экспозиция, посвященная истории древнего города и прилегающих к нему территорий — от эпохи каменного века до позднего средневековья. Ведь тут, совсем неподалеку, прямо на восточной окраине хутора Недвиговка многие годы ведутся археологические раскопки комплекса верхнепалеолитических стоянок первобытного человека «Каменная балка» экспедиции специалистов из МГУ им. М.В. Ломоносова. А к юго-востоку от Танаиса на противоположном берегу реки Мертвый Донец в XVII в. находилась турецкая крепость Лютик. Все это тоже хотелось бы каким-то образом задействовать в наших проектах. Однако, безусловно, основная часть будущей экспозиции будет посвящена семивековой истории Танаиса — первого города на необъятных просторах Великой степи.

В соответствии с современными требованиями немалую площадь музея займут фондохранилища. Благодаря систематическим работам наших археологов в фонды музея-заповедника ежегодно на хранение поступает не менее 1000 музейных предметов, что требует помещений для их хранения. На плоской крыше здания предусмотрена большая смотровая площадка с прекрасными видами на руины древнего Танаиса, на дельту реки Дон и Таганрогский залив.

Визит-центр планируется на северном входе на основную (южный) участок музея-заповедника, где находятся музеефицированные кварталы древнего города. На этой территории задумано создание «Парка научных реконструкций архитектурных сооружений анти-

чной эпохи». Основы его были заложены в предшествующие годы. Сейчас имеется целый ряд познавательных объектов экспозиционного показа под открытым небом. Среди них: «Хижина меота» — жителя сельской округи Танаиса, крепостная башня (сегодня ее условно называют «Башня поэтов»), макет фрагмента крепостных сооружений Танаиса из натурального камня в масштабе 1:10 и «Половецкое святилище». В наших планах также более масштабные реконструкции: усадьба богатого танаита первых веков нашей эры, дом танаита второй половины IV в. н.э., хижина жителя города первой половины V в. н.э., крепостная башня в натуральную величину со смотровой площадкой.

Другое значительное сооружение на южном участке, которое планируется здесь построить, — детский познавательно-игровой комплекс «Маленький Танаис». Его внешняя форма — это реконструкция цитадели Танаиса в масштабе 1:3, с каменными стенами и башнями. На территории этой «крепости» будут размещаться различные аттракционы в античном стиле: римский боевой корабль в натуральную величину, маленький пруд с лилиями, лабиринт, городок мастеров, античный стрелковый тир и др.

На южном участке будут размещаться летний театр в греческом стиле (одеон) и античный стадион. Особое внимание при проектировании уделили специальным стеклянными павильонам. Они нужны для сохранения и показа туристам остатков городских домов и культовых сооружений точно в том состоянии, в каком их по факту находят археологи. А для последних в восточном секторе южного участка заповедника планируется строительство специального дома.

Если все, что запроектировано, нам удастся реализовать и воплотить в жизнь, археологический музей-заповедник «Танаис» станет предметом гордости не только Ростовской области, но и всей России.

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ПОРТРЕТЫ «ДЛЯ ПАМЯТИ... ЛЮБЯЩИХ ЛЮДЕЙ»

---

Светлана ЧИБИСОВА, историк,  
заведующая отделом «Атаманский дворец»  
ГБУК РО «Новочеркасский музей истории донского казачества»  
(НМИДК, г. Новочеркасск)

---

**Новочеркасский музей истории донского казачества представляет музейное собрание, уникальное по своему составу: оно насчитывает более 200 тыс. предметов хранения. Особое место в нем занимают реликвии донского казачества, связанные с лучшими его традициями: великолепные по своей художественной обработке и красоте образцы холодного оружия XVIII–XIX вв., наградное оружие представителей генералитета и офицеров Донского казачьего войска. Наша особая гордость — коллекция полковых и наградных знамен, бунчуков (древко с привязанным хвостом коня, служившее знаком власти) и штандартов донского казачества XVIII–XX вв. Ордена и медали XIX–XX вв. олицетворяют собой воинскую доблесть, отвагу и славу казаков, принимавших участие в войнах, пережитых нашим народом; предметы быта и декоративно-прикладного искусства дают представление о культуре и укладе жизни населения Дона. А обширная живописная часть включает как произведения западноевропейской живописи и графики, так и известных русских художников и современных авторов. Кроме того, коллекции фотографий, документов, редких книг и газет содержат материалы по истории донского казачества и по отдельным фамилиям.**



Княгиня Софья Григорьевна Волконская.  
Художник Боровиковский. 1801 г. НМИДК.

Мария Ардалионовна Кикина.  
Художник Никола де Куртейль. 1811 г. НМИДК.

### ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКЦИЙ

С момента открытия Донского музея в 1899 г. его фонды составляли в основном естественнонаучные коллекции: минералогия, палеонтология и археология, кроме того, исторический архив Донского войска и библиотеку редкой книги.

В 1900 г. фонды дополнили войсковые регалии, переданные из Войскового управления по указанию военного министра Алексея Куропаткина. Жители Дона передали сюда также личные вещи и оружие своих знаменитых предков: в общей сложности к 1902 г. в музее уже насчитывалось около 3000 предметов.

Революционные события и Гражданская война драматично отразились на судьбе нашего музея. По приказу войскового атамана генерал-лейтенанта Африкана Богаевского от 19 декабря 1919 г. из Донского музея за границу вывезли все регалии, образцы этнографии и нумизматики, царские грамоты, знамена и др., предметы из драгоценных металлов — всего более 5 тыс. единиц.

И все же нашему музею удалось пережить многочисленные политические потрясения. Так, уже в 1920-е годы в нем сформировали уникальный художественный отдел.

После Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. он обрел новые коллекции. В начале 1946 г. фонды пополнились произведениями художников-передвижников из собрания крупного русского живописца отечественной пейзажной школы рубежа XIX–XX вв., видного общественного деятеля Николая Дубовского, уроженца г. Новочеркасска. В том же году из Пражского национального музея возвратили 2750 предметов из числа ценностей Донского музея, вывезенных в 1919 г. С 1950-х годов комплектование фондов осуществляется по разделам: история донского казачества, общее краеведение и художественное искусство.

Сегодня наш музей — это сложившийся комплекс, в который составной частью входят филиалы: Атаманский дворец (с 2005 г.), Дом-музей художника-пейзажиста Ивана Крылова (с 1979 г.) и мемориальный Дом-музей советского художника-баталиста Митрофана Грекова (с 1957 г.).

### СОБРАНИЕ ЖИВОПИСНЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ ПОРТРЕТОВ

В настоящее время мы располагаем уникальным собранием живописных и графических портретов





**Софья Всеволожская.**  
Художник Петр Соколов. 1820-е годы. НМИДК.

**Граф Михаил Николаевич Граббе.**  
Около 1912 г. Незвестный художник. НМИДК.



XVIII—XIX вв. Это полотна, представлявшие собственность семьи последнего на Дону царского наказного атамана, графа Михаила Граббе, изображающие как его собственных предков, так и родственников его супруги, урожденной Всеволожской. Большая часть коллекции досталась графине Софье Граббе в наследство от отца, Ивана Всеволожского. На сегодняшний день обнаружено около семидесяти портретов из этой коллекции, разного размера и техники исполнения, поступивших в музей после национализации имущества бывшего атамана в советское время.

В музее у собрания портретов началась новая история, типичная для многих фамильных галерей дореволюционной России: потеря целостности коллекции, утрата атрибуции, забвение, а затем — реставрация, экспонирование и обретение новой художественной ценности.

Заметим, задача музеефикации Атаманского дворца в качестве бывшей резиденции правителей Донского края требовала придания мемориального характера экспозиции, поэтому в воссозданных интерьерах его жилых комнат разместили живописные и графические портреты, относящиеся к семье последнего атамана. А целенаправленное изучение фамильной кол-

лекции Граббе-Всеволожских в музейном собрании ведется в течение последних нескольких лет.

Так, мы планируем крупную выставку под названием «Шедевры дворянского усадебного мира», где будут представлены итоги работы по выявлению и научной атрибуции портретов. Выставка совпадает по времени с юбилейными датами: 10 ноября 2014 г. исполняется 105 лет со дня смерти и 2 апреля 2015 г. — 180 лет со дня рождения Ивана Всеволожского.

### **ИВАН ВСЕВОЛОЖСКИЙ В ИСТОРИИ РУССКОЙ КУЛЬТУРЫ**

Между тем имя Ивана Александровича известно в истории русской культуры и искусства как директора Императорских театров, а позднее — директора Императорского Эрмитажа. Он происходил из богатой семьи, владевшей землей и рудниками на Урале.

Благодаря хорошим семейным связям, прекрасным деловым и светским качествам, а также удачному браку с княжной Екатериной Волконской (1848—1898), Иван Александрович сделал хорошую карьеру: дослужился до тайного советника и обер-гофмейстера.

После окончания факультета восточных языков Санкт-Петербургского университета находился на



**Князь Григорий Семенович Волконский.**  
Неизвестный художник.  
Копия с работы Боровиковского.  
1806 г. НМИДК.

**Иван Александрович Всеволожский.**  
Художник Константин Иванов. 1903 г. НМИДК.

службе в Министерстве иностранных дел. В течение пяти лет состоял в русском посольстве в Париже в качестве атташе. Он был настоящим аристократом, снобом и галломаном, неплохим актером-комиком, хорошо играл на фортепиано. Его известность лично наследнику — цесаревичу Александру Александровичу, по-видимому, и сыграла ключевую роль в назначении его директором Императорских театров в 1881 г.

Однако достойным завершением его деятельности стало десятилетнее управление Императорским Эрмитажем, который при Иване Александровиче становится крупнейшим центром коллекционирования и научного изучения предметов искусства. Именно он стал идейным вдохновителем и организатором костюмированного бала 13 февраля 1903 г. в Зимнем дворце, на котором императорская чета и вся знать были облачены в костюмы допетровского времени. Сохранились многочисленные воспоминания участников, эскизы знаменитых художников, сами костюмы и то, что «увековечило» данное мероприятие

в памяти потомков, — альбом фотографий, сведший воедино XVII и XX вв.

Но как же все это связано с нашим музеем? Разумеется, Иван Александрович сам тоже был участником этого исторического события. Так, в собрании акварелей из фондов нашего музея мое внимание как исследователя привлек акварельный бумажный «Портрет боярина», подписанный художником Константином Ивановым (1859–1916) и датированный мартом 1903 г. При сравнении этого портрета с фотографией участника бала 1903 г. — «Обер-гофмейстер Иван Александрович Всеволожский в домашнем кафтане боярина XVII в.» стало очевидно: рисунок выполнен с этой фотографии.

#### **ПОРТРЕТЫ КОЛЛЕКЦИИ ГРАББЕ-ВСЕВОЛОЖСКИХ**

Между тем в собрании нашего музея имеется семейный портрет карандашом на бумаге предков Ивана Всеволожского. В книге поступлений музея он



Музей «Атаманский дворец».  
Снимок 2013 г.

внесен как «Семейство Всеволожских» неизвестного автора XIX в., в черной багетовой раме. Уточнить датировку картины можно по возрасту изображенных на ней детей и отнести примерно к 1805–1809 гг. Данный портрет входит в перечень так называемых «групповых семейных изображений», которые широко бытовали и в живописи, и в графике России в первой четверти XIX в.

В результате исследования мы установили, что авторство портрета «Семейство Всеволожских в парке» принадлежит известному французскому художнику Луи Леопольду Буальи (1761–1845). Кстати, аналогичный портрет Всеволожских художника Буальи поступил в 1980 г. в фонды Историко-художественного литературного музея «Приютино» (Ленинградская область). Александр Всеволожский (1793–1864) — отец нашего героя. Интересно, что братья Александр и Никита Всеволожские были большими друзьями Александра Пушкина, в их доме в 1820-е годы часто собирались молодые литераторы и веселое петербургское общество. Этот кружок был известен под именем «Общество зеленой лампы». А будущий великий поэт обычно поручал именно Всеволожским хлопоты об издании и продаже своих сочинений.

Среди портретов коллекции Граббе-Всеволожских в собрании нашего музея имеется и акварельный бумажный портрет матери Ивана Всеволожского — Софьи Всеволожской (урожденной княжны Трубецкой) работы знаменитого мастера-акварелиста Петра Соколова (1791–1848). Его творчество буквально олицетворяет то, что мы называем «пушкинской эпохой». Кисти прославленного художника принадлежат три прижизненных портрета самого Александра Пушкина, без его творчества трудно было бы представить себе во всей полноте и великолепии галерею современников поэта и его близкого окружения. И в связи с этим портрет Софьи Ивановны Всеволожской

представляет особую ценность. Ее отец — князь Иван Дмитриевич Трубецкой приходился троюродным братом Сергею Львовичу Пушкину — отцу великого поэта. Сестра поэта Ольга Павлищева вспоминала: в детские годы ее вместе с братом Александром привозили на уроки танцев к Трубецким на Покровку в Москве.

Этот портрет давно разыскивают столичные специалисты-искусствоведы, узнав о его существовании из каталога Таврической выставки 1905 г. На акварели изображена молодая женщина в зеленой шубке. На ее лоб спускается фероньерка — женское украшение в виде цепочки с драгоценным камнем. Работа не имеет датировки, но ее удалось установить после анализа авторской подписи и деталей самого портрета. Исследователь из Санкт-Петербурга Лидия Карнаухова классифицировала подписи художника Петра Соколова. В конце 1820-х годов в связи с ростом популярности Соколов подписывал акварели только фамилией, его подпись обычно была мелкая, но хорошо читаема, без росчерков. Именно такая присутствует на нашей акварели.

Еще один бумажный акварельный портрет из коллекции Граббе-Всеволожских изображает стоящую в полный рост женщину в придворном костюме. В экспозиции 1933 г. он значился как «Женский портрет» художника Соколова, написанный в 1883 г. Исходя из даты его создания, сегодня мы можем заявить: автором-художником является Александр Соколов (1829–1913), младший сын Петра Соколова, в 1859 г. удостоенный звания академика портретной живописи.

В ходе исследовательских поисков мы также установили: на данном портрете изображена Екатерина Всеволожская (1848–1898), урожденная княжна Волконская, супруга Ивана Александровича в придворном парадном платье. На левой стороне груди у нее знак фрейлины — бриллиантовый вензель императрицы Марии Федоровны.





Княгиня Александра Николаевна Волконская.  
Неизвестный художник. Копия с работы Боровиковского.  
1826 г. НМИДК.

Екатерина Дмитриевна Всеволожская.  
Художник Александр Соколов. 1883 г. НМИДК.



## ПОРТРЕТЫ СЕМЕЙ КИКИНЫХ И САЛТЫКОВЫХ

Среди портретов предков Софьи Граббе особый интерес представляет акварель на бумаге с детским изображением ее бабушки — Марии Петровны Кикиной (в замужестве — Волконской). В книге музейных поступлений они значатся как «Детский портрет» неизвестного автора русской школы живописи XIX в. Между тем это вариант знаменитой акварели художника Карла Брюллова (1799–1852), которая ныне находится в Москве в Государственной Третьяковской галерее и представляет собой портрет маленькой девочки. Одни исследователи датируют детский портрет Марии 1817–1819 гг., другие — двумя годами позже. Непрительный, но полный очарования портрет Марии Кикиной в детстве был дебютом Брюллова в этом жанре. А вот портрет из коллекции нашего музея имеет авторскую подпись и датирован 1822 г. Но окончательно

дать ответ на этот вопрос может лишь тщательная экспертиза.

В музейной коллекции присутствует живописный портрет еще одной (умершей) дочери Кикиных в виде спящего младенца, завернутого в кружевную пелеринку. Это была довольно распространенная в XIX в. традиция — делать портрет умершего члена семьи, особенно детей, среди которых смертность была довольно высока во всех слоях тогдашнего российского общества. Кстати, данная традиция сохранялась в нашей стране и в первой половине XX в.

Между тем за принадлежность обоих детских портретов прославленному Карлу Брюллову косвенно говорит факт наличия в коллекции подлинных портретов (они выполнены маслом на холсте) родителей Марии: генерала Отечественной войны 1812 года\*, одного из основателей Императорского общества по-

\*См. Г. Герасимова. Великий воин и дипломат. — Наука в России, 2008, № 2 (прим. ред.).

**Музей истории Донского казачества  
в г. Новочеркасске. Снимок 2014 г.**



**Надпись на обороте рамы портрета  
Софьи Ивановны Всеволодской.  
Почерк графини Софьи Граббе.**

ощрения художеств Петра Кикина (1775–1834) и его супруги — Марии Ардалионовны, урожденной Торсуковой. В книге поступлений музея они записаны как «Портрет военного» и «Женский портрет», принадлежащие к русской школе живописи XIX в. работы неизвестных художников. Портрет Петра Кикина имеет еще варианты и принадлежит кисти художника-портретиста Владимира Боровиковского, а датировать его можно приблизительно 1815 г.

Что же касается женского изображения, то на нем мы замечаем хорошо различимые дату «1811» и подпись латинскими буквами довольно известного французского художника Никола де Куртейля, с 1807 г. академика Императорской академии художеств. Этот холст упоминается в книге-каталоге «Русские портреты XVIII и XIX веков. Издание Великого князя Николая Михайловича Романова» (1905–1909 гг.).

Еще в нашей коллекции имеется два неизвестных ранее подлинных портрета Марии Кикиной. Один из них — кисти художника Петра Соколова 1821 г. (он относится к первым его работам и выполнен маслом на бумаге). С данного портрета художник-литографист Владимир Погонкин сделал черно-белую литографию. Картина понравилась заказчице и была воспроизведена на чайной чашке, правда, немного в другой цветовой гамме. Видимо, роспись делали как раз с гравированного черно-белого варианта. А еще один замечательный портрет примерно 1810-х годов уже кисти художника Фогеля изображает Марию Ардалионовну в белом ампирном платье.

У нас находятся и два масляных портрета XVIII в. под наименованием «Паж Салтыков» в одинаковых овальных металлических рамках. Отправной точкой в исследовательской работе с данными картинами стал для нас изданный каталог Таврической выставки 1905 г., в





**Светлейший князь Александр Салтыков пажом.**  
Художник Иоганн-Фридрих-Август Тишбейн.  
1782 г. НМИДК.

**Ардалион Александрович Торсуков.**  
Неизвестный художник. Копия с работы Боровиковского.  
1795 г. НМИДК.



котором, как оказалось, оба названных портрета присутствуют (тоже под одинаковым названием).

### ЭКСПОЗИЦИЯ АТАМАНСКОГО ДВОРЦА

В экспозиции Малой гостиной музея «Атаманский дворец» выставлены три портрета, имеющие очевидное общее происхождение, с одинаковыми накладными металлическим табличками, на которых выгравирована фамилия князей Волконских. В книге поступлений эти произведения опять записаны с пометками «автор неизвестен», либо «неизвестный художник круга Боровиковского» и отнесены к русской школе живописи начала XIX в.

Известно, что Боровиковский в начале XIX в. выполнил несколько портретов родственников князя Григория Волконского. В 1801 г. этот художник создал бумажный портрет пастелью княжны Софьи Волконской (1786–1868), прабабушки супруги атамана Михаила Грaббе. Согласно описи, ее портрет находился в экспозиции нашего музея с 1933 г. На данном полотне в «родной» массивной золоченой раме пятнадцатилетняя княжна придерживает рукой медальон с барельефом своего деда, Николая Репнина; на ее груди отчетливо видны фрейлинский знак с вензелем императрицы Марии Федоровны и медальон с

ее же портретом, обрамленный бриллиантами. Этот сюжет известен по копии, которая хранится в Государственном историческом музее с 1936 г.; источник ее поступления не установлен. По всей вероятности, портрет княжны из Новочеркасского музея является подлинником.

Следующие любопытные для рассмотрения портреты коллекции — парные. Они изображают родителей Софьи Волконской. В нашей книге они снова отнесены к работе неизвестных художников русской школы живописи XIX в. Картонный пастельный «Портрет князя Григория Семеновича Волконского» напоминает по композиции портрет, заказанный им Боровиковскому еще в свою бытность генерал-губернатором Оренбургского края. Известно несколько авторских вариантов этого полотна, датированных 1806–1807 гг.; два из них хранятся ныне в Тульском музее изобразительных искусств и Псковской картинной галерее. Наш портрет является копией картины кисти Боровиковского 1806 г., сделанной, судя по исполнению, крепостным живописцем.

А вот картонный пастельный портрет его супруги носит весьма длинное название — «Княгиня Александра Николаевна Волконская, урожденная княжна Репнина, обер-гофмейстерина императрицы Елиза-





**Чашка с портретом Марии Ардалионовны Кикиной.**  
1820-е годы. СПб., завод Батенина.  
Фарфор, надглазурная роспись по литографии Погонкина  
с оригинала Петра Соколова. НМИДК.

**Мария Петровна Кикина в детстве.**  
Художник Карл Брюллов. Около 1822 г. НМИДК.



веты Алексеевны». У нас он значится как «Портрет Волконской княгини» неизвестного автора.

В упомянутом каталоге Таврической выставки 1905 г. присутствует еще пара портретов, изображающих бабушку и дедушку Марии Кикиной, родителей ее матери. В книге нашего музея они записаны как бумажные пастельные портреты Ардалиона Александровича и Екатерины Васильевны Торсуковых работы неизвестного автора круга Боровиковского начала XIX в. В каталоге составители датируют их 1795 г., указывая автором Боровиковского.

Подобные парные портреты хранятся ныне в собрании Государственной Третьяковской галереи. А потому при сравнении изображений с большой долей вероятности мы констатируем: наши портреты скопировал с оригиналов, скорее всего, тоже крепостной живописец, что широко практиковалось в России тех времен.

Среди предметов фамильной галереи Граббе-Всеволожских большой интерес представляет также экспонируемый у нас бумажный пастельный портрет последнего ее владельца — графа Михаила Граббе. Он записан в книге поступлений как «Портрет графа Граббе (атамана)»; художник и время не указаны. Благодаря проведенному анализу по униформе и наградам мне удалось установить год его написания: граф Граббе изображен в малиновом мундире 1-й Уральской Его Величества сотни лейб-гвардии Сводно-казацкого полка, которым он командовал с 22 сентября 1911 г. Что касается автора, то вопрос пока остается открытым.

В заключение отметим: в каждом музее мира есть произведения, в разное время и при разных обстоятельствах поступившие в коллекцию с пометкой «портрет неизвестного лица», либо с ошибочной аннотацией. Как правило, портрет человека создавали, по меткому выражению замечательного русского художника XIX в. Василия Тропинина\*, «для памяти ему близких людей, людей его любящих», размещался он обычно в семейном интерьере и не нуждался в подписи — так и формировались фамильные портретные галереи. В водовороте бурных событий XX в., особенно в революционные годы, многие портреты, сберегавшие семейную, родовую память, рассеивались по миру, оседаая безымянными экспонатами в музейных собраниях и частных коллекциях.

Проделанная нами кропотливая исследовательская работа позволит ввести в научный оборот новые уникальные исторические памятники. Возвращение портрету настоящего имени крайне важно не только для музейного собрания, это поистине значимое событие в деле сохранения национальной культуры нашей страны.

\*См.: О. Борисова. Самый «московский» музей. — Наука в России, 2012, №3 (прим. ред.).

*Иллюстрации предоставлены автором*

# ОТЗВУКИ УШЕДШИХ ЭПОХ

---

Анна ВАСИЛЬЕВА, старший научный сотрудник  
Государственного Дарвиновского музея

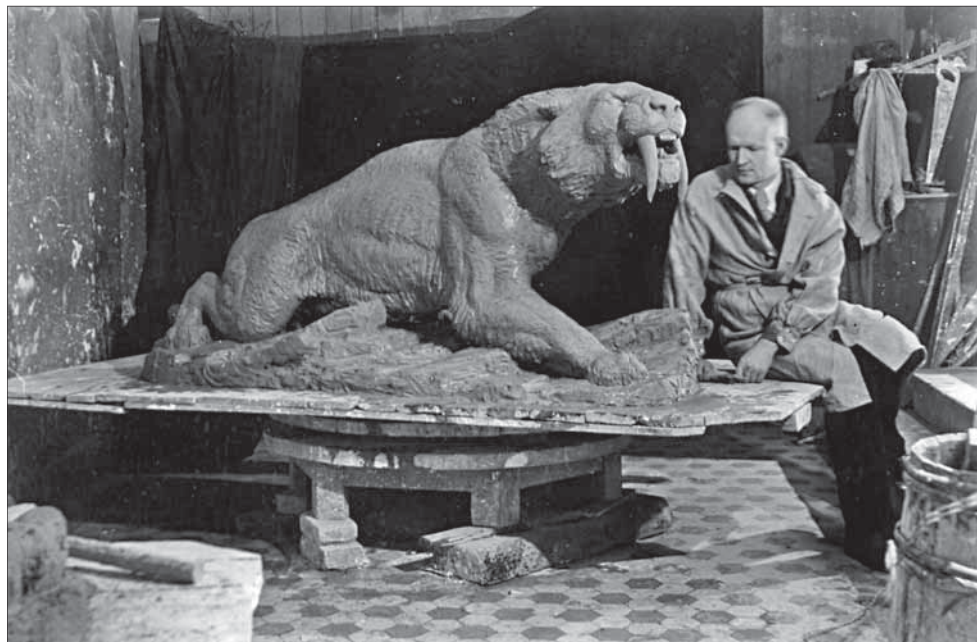
---

**В первой трети XIX в. палеонтология оформилась в самостоятельную науку. Тогда же появились и реконструкции вымерших представителей фауны, выполнявшиеся как самими исследователями, так и приглашенными художниками. Для воссоздания облика древних животных требовались глубокие научные знания в области не только палеонтологии, но и общей биологии, систематики, зоологии, сравнительной анатомии, а также богатое воображение, изрядная доля фантазии, позволяющей по отдельным костям понять и представить себе существо, аналогов которому уже нет в современном мире. Этими качествами в превосходной степени обладал доктор биологических наук и одаренный художник Константин Флёров (1904–1980), один из немногих в нашей стране представителей относительно нового жанра искусства — палеоарта. Его произведения украшают экспозиции лучших естественнонаучных музеев России и стран ближнего зарубежья.**

**Т**ермин «палеоарт» впервые был использован художником Марком Халлеттом при создании образа динозавров в фильме американского кинорежиссера Стивена Спилберга «Парк юрского периода» (1993), хотя само это направление изобразительного искусства возникло гораздо раньше. Задача приверженцев палеоарта — воссоздание облика вымерших животных и среды, в которой они обитали, на основании находок, научных данных, предположений об образе жизни древних обитателей нашей

планеты. Иными словами, это способ визуализировать и популяризировать гипотезы ученых о том, как выглядела Земля за много миллионов лет до появления человека, каков был животный и растительный мир в эпоху его формирования, как выглядели предки *Homo sapiens*.

Немного углубимся в историю жанра. Вымершие гигантские рептилии, обнаруженные палеонтологами, перевернули существовавшие в обществе представления об окружающем мире, покоров воображе-



К. Флёров со своей работой  
«Махайродус». 1938.  
Из фотоархива ГДМ.

ние не только ученых, но и широкой публики. Геологи показали, что у мира есть история, записанная в камне, и что в древние времена на Земле существовали растения и животные, которых теперь нет. Ученые пытались представить эти исторические сцены и впечатлить ими публику. А в начале XIX в. возникло и к середине столетия окрепло их активное взаимодействие с художниками. Вот несколько примеров.

Английский геолог и палеонтолог Гидеон Мантелл собрал коллекцию окаменелостей, среди которых оказались кости игуанодона\*, которого он открыл и описал в 1825 г. Эта находка так вдохновила исследователя, что он пригласил к сотрудничеству художника Джона Мартина, получившего популярность за картины на исторические и библейские сюжеты. В результате появилось полотно «Страна игуанодона», к сожалению, не сохранившееся и известное по фронтиспису к книге Мантелла «Чудеса геологии» (1838).

В 1842 г. английский биолог Ричард Оуэн выделил известных на тот момент крупных наземных ископаемых рептилий в отдельный подотряд, которому дал имя динозавры (*Dinosauria*) — «ужасные ящеры». Ему же принадлежат первые подробные их реконструкции. Но более удачно образы вымерших животных удалось создать под его руководством скульптору и натуралисту Бенджамину Хоккинсу (именно он иллюстрировал труд Чарлза Дарвина «Путешествие

натуралиста вокруг света на корабле «Бигль»). Хоккинс известен тем, что в 1868 г. смонтировал и выставил огромный скелет гадрозавра высотой в три этажа, который привлек рекордное число посетителей в Академию естественных наук Филадельфии. С его именем связан и самый ранний амбициозный проект воссоздания облика древних животных в натуральную величину в парке, располагавшемся при Хрустальном дворце в Лондоне.

Большую роль в формировании палеоарта как в Западной Европе и Америке, так и в России сыграли музеи, ставшие первыми заказчиками произведений подобного рода. В 1882 г. художник Виктор Васнецов получил от археолога, одного из руководителей Исторического музея в Москве, Алексея Уварова предложение написать монументально-декоративные композиции на тему «Каменный век» для одного из залов музея. Прежде чем приступить к работе, Васнецов много читал, беседовал с историками, археологами, осматривал предметы быта первобытных людей, но в работе над композициями главным стало его воображение. Творческой фантазией художника были воссозданы сцены из жизни древнейших людей, их характерные особенности, душевные состояния.

В 1910-х годах для Дарвиновского музея анималист Василий Ватагин\* выполнил цикл акварельных таблиц, изображающих вымерших животных. В 1930-1940-х годах были написаны картины на палеонтоло-

\*Игуанодон — род растительноядных птицетазовых динозавров, живших в первой половине мелового периода (140–120 млн лет назад) на территории современных Европы, Северной Америки, Азии, Африки (прим. ред.).

\*См.: В. Удальцова. Соединение науки и искусства. — Наука в России, 2013, № 5 (прим. ред.).





Бенджамин Хоккинс. Скульптуры динозавров в парке Хрустального дворца.  
Из книги «Endless forms. Charles Darwin. Natural Science and the Visual Arts.  
Edited by Dina Donald & Jane Munro». Florence, 2009.

гические темы и о заре истории человечества Алексеем Комаровым, Михаилом Езучевским, Вадимом Трофимовым. Наиболее значимые произведения об истории естественного мира созданы при участии Константина Флёрова. До Ватагина и него в России никто не писал больших живописных полотен с изображениями доисторических животных.

«Флёров был профессором, но по своей натуре не подходил ни под какую категорию ученых. Это был художник во всем — с божественными чертами характера, величественный, огромного роста, с глухим басом, импозантный и харизматичный...» — так характеризовал его в своих воспоминаниях коллега по работе в Палеонтологическом институте кандидат биологических наук Владимир Жегалло.

Константин Константинович Флёров родился в Москве 4 февраля 1904 г. в семье доктора медицины, профессора Московского университета. С юных лет он увлекался рисованием и зоологией, часто с отцом приходил в зоопарк наблюдать и рисовать животных. Большую роль в формировании юноши сыграл ху-

дожник Василий Ватагин — он обратил внимание на его художественные способности и привел в студию анималистического рисунка Алексея Степанова. В 1920 г. Флёров поступил на естественное отделение физико-математического факультета Московского университета. Еще будучи студентом, выезжал в экспедиции и из всех поездок привозил кипу рисунков, выполненных с натуры. В 1926 г. Флёрова пригласили в Зоологический институт Академии наук в Ленинграде старшим научным сотрудником, где он проработал до 1937 г. В это время им было опубликовано множество статей по зоологии и палеонтологии, он писал большие разделы в коллективных монографиях («Звери Арктики», «Звери Таджикистана»). Все эти работы появились в результате экспедиций по Уралу, Кавказу, Дальнему Востоку и Средней Азии и создали имя их автору не только в СССР, но и за рубежом. В 1935 г. ученому была присуждена без защиты степень кандидата биологических наук.

Осенью 1937 г. известный музейевед Александр Котс пригласил Флёрова в Москву, где он принял участие



Джон Мартин. Страна игуанодона. Фронтиспис к книге Гидеона Мантелла «Чудеса геологии» (1838).  
Из книги «Endless forms. Charles Darwin. Natural Science and the Visual Arts.  
Edited by Dina Donald & Jane Munro». Florence, 2009.

в оформлении Дарвиновского музея. За годы работы здесь им были выполнены грандиозные скульптурные реконструкции вымерших животных и более пятисот картин на темы изменчивости, происхождения и развития жизни на Земле и др. Первыми его скульптурами для Дарвиновского музея стали «Меритерий» и «Палеомастодон» (1937) — они по сей день украшают экспозицию. Затем последовали более масштабные реконструкции: пятиметровой высоты скульптура гигантского ленивца «Мегатерия», лемура «Мегалодаписа» и гигантской нелетающей птицы «Моа» (1938). Лаконичность и четкость форм, отсутствие лишних спорных подробностей и деталей обусловили успех этих композиций.

В 1938—1939 гг. Флёрв под руководством Ватагина выполнил серию картин на тему «Происхождение и развитие жизни на Земле». В нее вошли семь масштабных панно, посвященных эволюции наземной фауны в эоценовую, миоценовую, ледниковую эпохи, в пермский, триасовый, юрский и меловой периоды. «Одно дело воссоздать наружный облик существа, еще недавно бороздившего наши леса и

закрепленного, хотя и неумело сделанным прижизненным рисунком, — писал Александр Котс, оценивая трудности работы художника, — и другое дело — оживить углем и красками гротескные формы отдаленнейших геологических эпох, тех гигантских, давно вымерших «драконов», отголоски о которых глухо слышатся в народных сагах и легендах... Одеть разрозненные кости ископаемых гигантских чудовищ мышцами и кожей, дать почувствовать сквозь общие покровы костную архитектуру под силу лишь анатому-зоологу. Заставить эти закрепленные карандашом и кистью линии и формы проецироваться в глубину, заполнить объемным содержанием, придать им жизнь и движение — под силу только скульптору-художнику».

После переезда Академии наук в Москву Константин Константинович по приглашению академика Алексея Борисяка и профессора Юрия Орлова, позднее академика, с 1938 г. начал работать старшим научным сотрудником в Палеонтологическом институте, оставаясь сотрудником Дарвиновского музея по совместительству. В конце 1930-х годов Флёрв



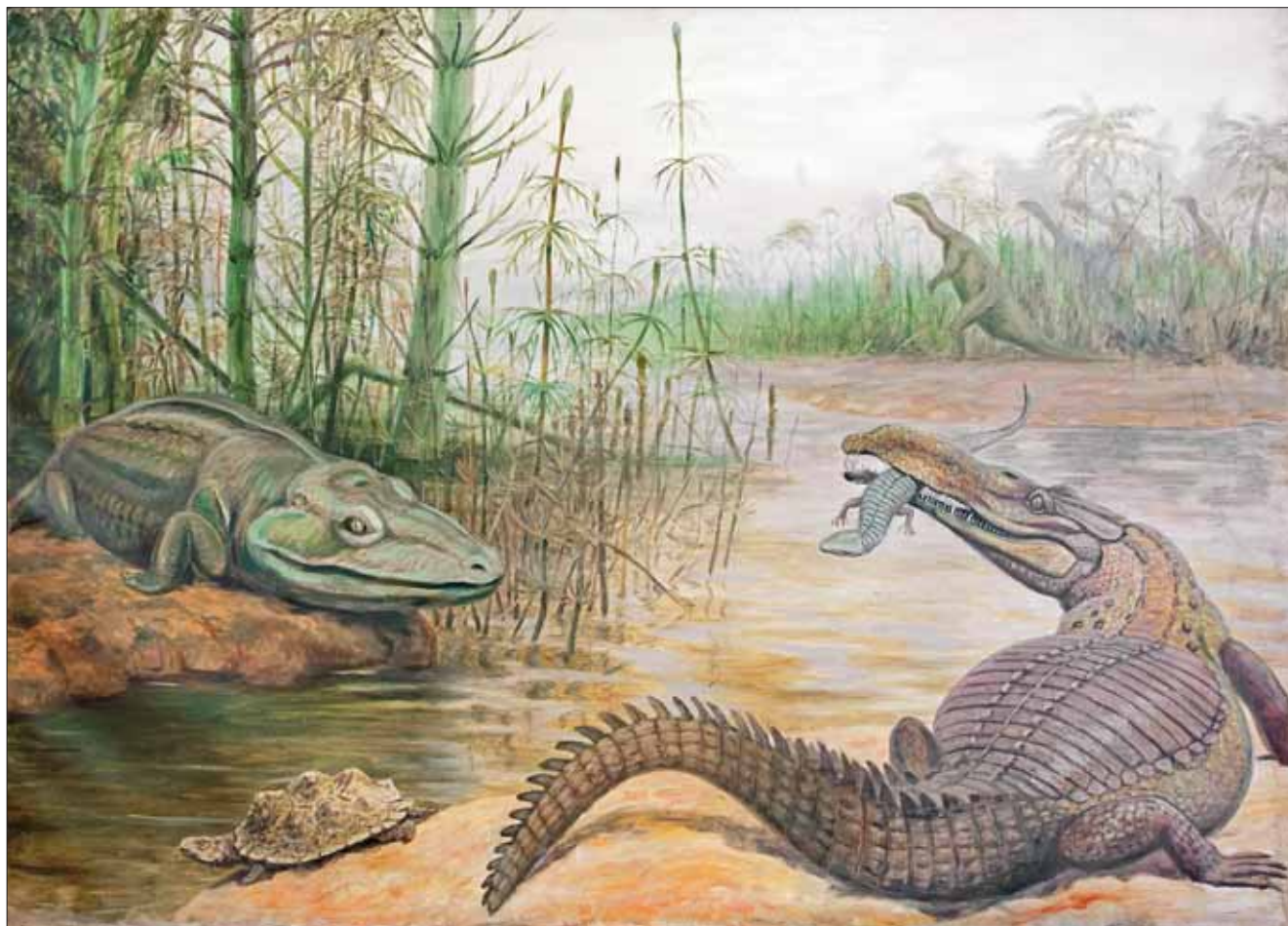


К. Флёров.  
Гигантский броненосец  
(глиптодон).  
Серия картин  
«Вымершие гигантские  
четвертичные животные».  
1941. Холст, масло. ГДМ.

Мегатерий,  
мегалодапис, моа.  
1938. Гипс. ГДМ.







**Жизнь наземная триаса.**  
**Серия картин «Происхождение и развитие жизни на Земле». 1938. Холст, масло. ГДМ.**

выполнил серию картин, воскрешающих образ жизни халикотериев (особой ветви непарнокопытных, родственных лошадям и носорогам), древних хищников-амфиционов, или медведе-собак. Тогда же он работал над реконструкциями животных гиппарионовой фауны\*, среди которых специалисты отмечают самотериев, палеотрагусов (вымерших предков жирафов) и хилотериев (вымерших безрогих носорогов). Все эти картины выполнены в светлой солнечной гамме. Живо изображены травы, примятые копытами. Даже самые удивительные создания нарисованы так убедительно, как будто художник наблюдал их собственными глазами.

В 1941 г. для Государственного Дарвиновского музея (ГДМ) Флёров написал несколько монументальных холстов с наиболее значительными представителями плейстоценовой фауны: «Мегаладапис» (Мадагаскар), «Дипротодон» (Австралия), «Глиптодон»,

\*Гиппарионовая фауна — комплекс вымерших млекопитающих, широко распространенных в южных и умеренных широтах Евразии и Северной Африки в верхнем миоцене (~9,5–5,3 млн лет назад) и плиоцене (~5,3–2,5 млн лет назад) (прим. ред.).

«Токсодон», «Мегатерий» (Южная Америка). Ископаемые остатки трех последних были найдены Чарлзом Дарвином в Патагонии во время его кругосветного путешествия на корабле «Бигль». По мнению Александра Котса, найденные кости этих животных «...сыграли когда-то решающую роль в открытии Дарвином начала эволюции живого мира».

Флёров, как ученый, был последователем основоположника палеоэкологии Владимира Ковалевского, давшего блестящие примеры эволюционного анализа вымерших наземных позвоночных. Вот как описывал свой подход к реконструкциям сам художник: «Изучая кости, остатки древних животных, мы достаточно точно можем проследить смену физико-географических условий на Земле. Ничтожные изменения в рельефе местности или в составе пищи вызвали изменения зубов, черепа, конечностей. Мы знаем, что зубы животных, питающихся растениями, резко отличаются от зубов хищников. К примеру, нам попались при раскопках зубы парнокопытного млекопитающего с низкими коронками, конически



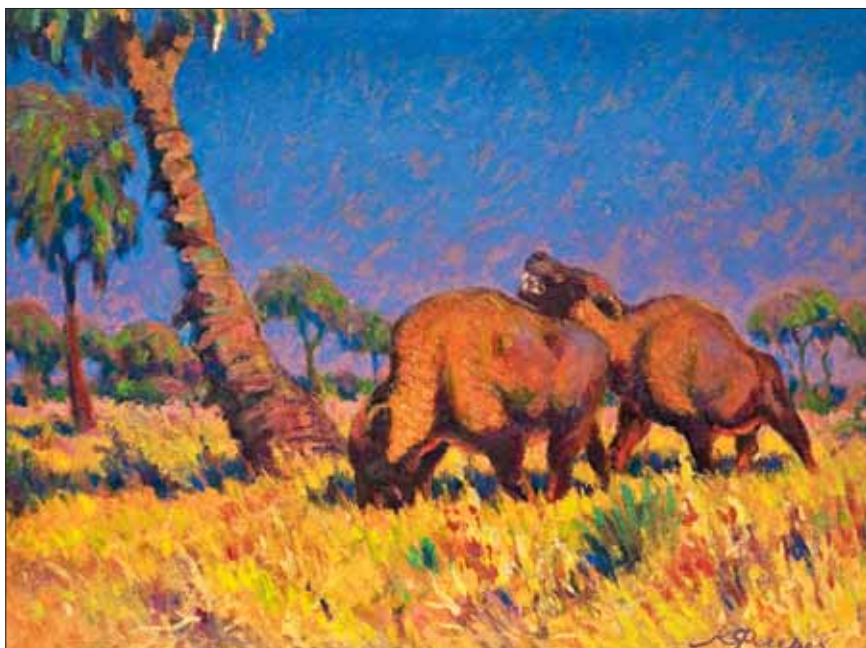
Жизнь наземная юры.  
Серия картин «Происхождение  
и развитие жизни на Земле».  
1938. Холст, масло. ГДМ.



Мегатерии.  
Серия картин «Вымершие  
гигантские четвертичные животные».  
1941. Холст, масло. ГДМ.



**Неандерталец  
с лохматым носорогом.  
1947. Фанера, масло. ГДМ.**



**Энтелодоны.  
1959. Картон, масло. ГДМ.**

суживающимися от основания к жевательной поверхности. Это позволяет сделать вывод, что состав пищи животного был сходен с пищей современного лося, потому что лось имеет подобное строение зубов и питается листьями, побегами и сочными болотными растениями. По другим найденным здесь же костям убеждаемся, что наше ископаемое животное — древний олень. Вот готов и пейзаж — здесь были густые лиственные леса. Если бы мы нашли зубы мелкие, низкие, как у современного северно-

го оленя, правильно было бы предположить, что на этом месте росли лишайники».

В 1946 г. Флёрвэ защитил докторскую диссертацию, принял участие в Монгольской палеонтологической экспедиции, которой руководил Иван Ефремов, известный палеонтолог и писатель-фантаст. Константин Константинович внес неоценимый вклад в описание находок экспедиции. Он выполнил серию живописных этюдов с пейзажами и несколько картин на палеонтологические темы для музея Улан-





К. К. Флëров. Миоценовая эпоха (наземная фауна).  
Серия картин «Происхождение и развитие жизни на Земле». 1939. Холст, масло. ГДМ.

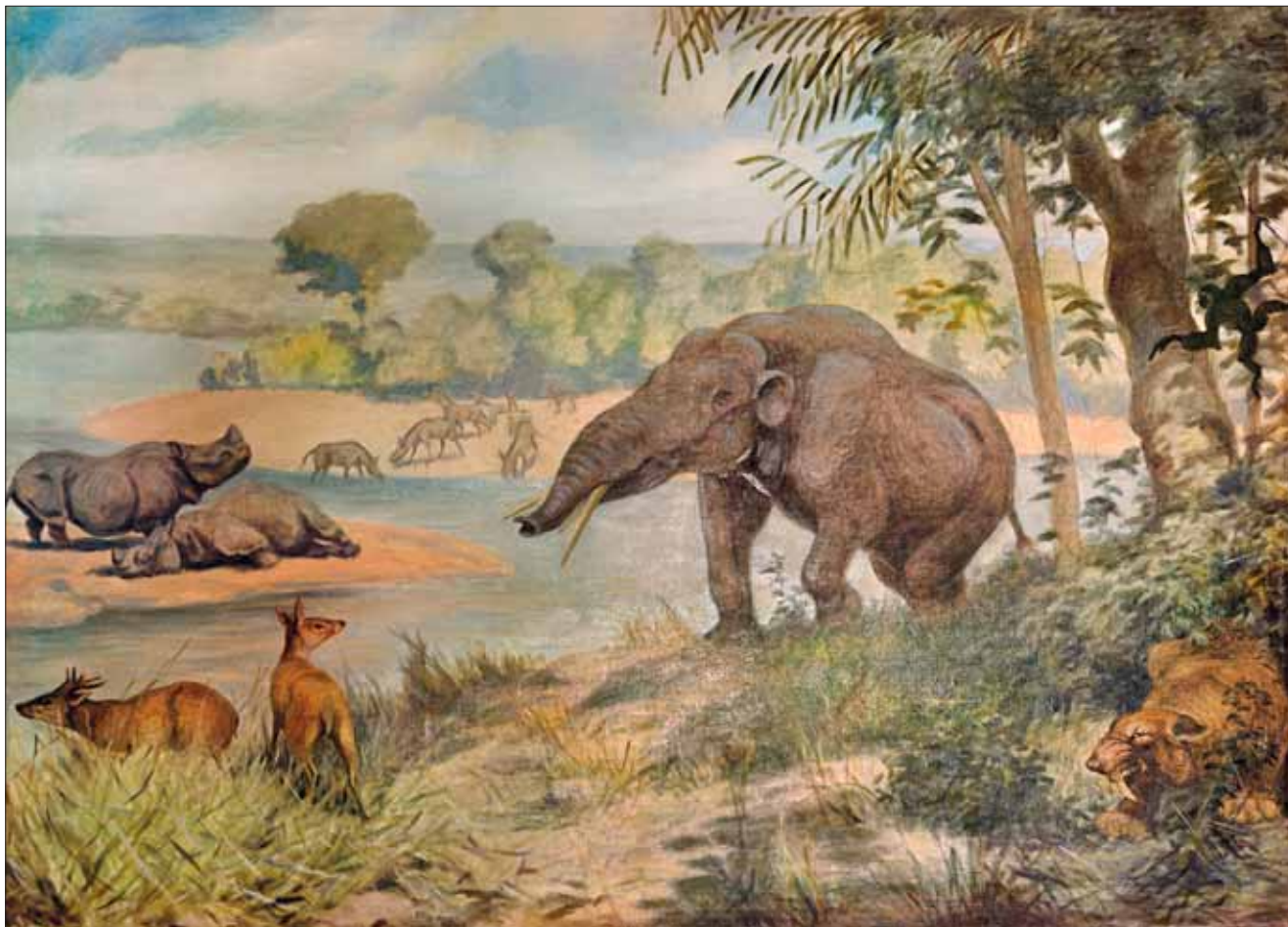
Батора. В конце 1940-х и в 1950-е годы Флëров иллюстрировал палеонтологический раздел «Детской энциклопедии», книги академиков Владимира Обручева, Юрия Орлова, доктора биологических наук Ивана Ефремова, кандидатов биологических наук Анатолия Рождественского, Бориса Трофимова. По завершении Монгольской палеонтологической экспедиции ее участники написали воспоминания о ней и несколько научно-популярных книг по палеонтологии, которые были снабжены иллюстрациями Флëрова.

В 1947 г. был выпущен альбом наглядных пособий «Развитие жизни на Земле» с иллюстрациями Флëрова и Яншинова, составленный группой ведущих ученых Палеонтологического института под руководством доктора биологических наук Романа Геккера. Альбом представляет собой папку с листами *in folio*, содержащими текст, таблицы, фотографии, прорисовки окаменелостей, реконструкции вымерших животных и ландшафтов различных эпох. Воспроизведенные в издании пейзажи с древними

чудовищами были выполнены карандашом в характерной для Флëрова живописной манере.

Константин Константинович широко популяризировал научные знания по палеонтологии, читал лекции, проводил беседы, выступал по радио и на телевидении, консультировал режиссеров, снимавших фантастические фильмы. Например, «Планета бурь» (1961), снятый по роману Александра Казанцева, где появился сюжет с динозаврами. В 1971 г. в Париже на конгрессе ученых, занимающихся четвертичным периодом, состоялась выставка живописных произведений Флëрова. Она имела большой успех у зрителей.

В 1965 г. директор Палеонтологического института академик Юрий Орлов добился решения правительства СССР о строительстве нового здания для музея. Спустя три года проект утвердили, и Флëров стал заранее готовить серию больших холстов, которые должны были определить интерьер залов. В новом здании для него спроектировали художественную мастерскую, но в ней, к сожалению, Константин



**К. К. Флёров. Эоценовая эпоха (наземная фауна).**  
**Серия картин «Происхождение и развитие жизни на Земле». 1939. Холст, масло. ГДМ.**

Константинович не успел поработать: строительство было закончено в 1983 г., уже после смерти художника. Оставаясь руководителем музея до 1973 г., Флёров опубликовал множество научных работ, он был крупным специалистом по палеонтологии позвоночных на территории СССР и единственным палеоживописцем в России.

Завершая рассказ о художнике, процитирую палеонтолога и писателя Ивана Ефремова. Из книги, посвященной итогам Монгольской палеонтологической экспедиции: «Бродя по бесконечным лабиринтам красных ущелий, извлекая из-под тяжелых пластов песчаников, глин и конгломератов остатки жизни прошлого, мы все глубже проникали в великую книгу геологической летописи. Трудно передать ощущение, охватывающее тебя, когда кладешь пальцы на желобки в истертых зубах диноцерата, мастодонта или динозавра, сделанные пищей, съеденной десятки миллионов лет назад. Или стоишь перед раскопанным скелетом чудовищного ящера, стараясь разгадать причину его гибели по положе-

нию, в котором захоронилось животное. Или отчетливо видишь на окаменелых костях следы заживших ран — сломанных и сросшихся переломов, отметины странных заболеваний. Кажется, что с глаз спадает какая-то пелена и они глядят прямо в глубину времени, а современная человеческая жизнь соприкасается с прошлым, давно исчезнувшим, но совершенно реально осязаемым. И тогда приходит отчетливое понимание, насколько важно познание прошлого. Без этого знания мы никогда не поймем, как появились, как исторически сложились среди всей остальной жизни мыслящие существа — мы, люди!»

*Иллюстрации предоставлены автором*



# Материалы, опубликованные в журнале «НАУКА В РОССИИ» в 2014 г.

## ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

**Акимова Е.**

Тайна девятнадцатого слоя стоянки Лиственка ..... 5

**Бобе Л., Гаврилов Л., Кочетков А., Железняков А.**

Жизнеобеспечение экипажей космических станций ..... 3

**Болдырева Е.**

Физическая формация и ее возможности ..... 3

**Дианов Е.** На пути к Пета-эре ..... 3

**Дядюченко В., Павлюков Ю., Вылегжанин И.**

Доплеровские радиолокаторы в России ..... 1

**Завьялов П., Маккавеев П.**

Речные плюмы в акватории Сочи ..... 2

**Карпов Г.** Самородные металлы в пеплах вулканов ..... 4

**Коновалов А.**

Наноассоциаты — территория непознанного ..... 1

**Крикалев С., Крючков Б., Курицын А.**

На пути к Марсу ..... 1

**Кузьмин М.**

Ранние стадии формирования Земли ..... 6

**Леонова Г., Бобров В., Богущ А., Мальцев А.**

Сапропели: богатство со дна озер ..... 1

**Мороз В.** Российская реаниматология сегодня ..... 2

**Наугольных С.**

Девонские палеопочвы Андомской горы ..... 4

**Петров Р., Хаитов Р.**

Успешные вакцинации реальны ..... 3

**Северцов А., Шубкина А.**

Хищник как универсальный селекционер ..... 5

**Скрябин К., Тихонович И., Варламов В.**

Хитозан — полимер с уникальными свойствами .... 6

**Фрик П.** Магнитная гидродинамика:

от галактик до проблем металлургии ..... 5

**Черняев А., Варзарь С., Колыванова М.**

Ускорители в медицине ..... 4

**Шпаков А.** Молекулярные ключи к информационным

воротам клетки ..... 4

## ТЕХНИКА XXI ВЕКА

**Парафонова В.** Арктические маршруты лазера ..... 2

**Хализева М.**

Вершина подводного кораблестроения ..... 3

## ТОЧКА ЗРЕНИЯ

**Алексеев В.** Патомский кратер — загадка сибирской природы ..... 4

**Барелко В., Дроздов М., Кузнецов М.**

Почему взорвался Челябинский метеорит? ..... 1

**Барелко В., Кириухин Д., Сафонов О., Кузнецов М.**

Химические превращения: за пределами привычного ..... 6

**Жиров В., Гонтарь О.** Терапевтическое садоводство ... 6

**Киргинеков Э., Нарылков С.** Лики древней Сибири ... 4

**Матишов Г., Кринко Е., Афанасенко В.**

Судьба войны решалась на юге 2

**Остроумов С.** Качество воды: новые критерии ..... 5

**Хренов Б.** Верхняя атмосфера: встреча земных

и космических сил ..... 4



Шустов Б. Скрытая масса. Что это такое? .....	3
Яблоков А., Левченко В., Керженцев А.	
Переход к управляемой эволюции биосферы.....	4

## С МЕСТА СОБЫТИЙ

Хализева М.	
В контексте безопасности атомной энергетики .....	4
Хализева М.	
В интересах энергетической стабильности .....	6

## ИСТОРИЯ НАУКИ

Вехов Н. Первооткрыватель Урала .....	1
Вехов Н. Большие академические экспедиции .....	5
Иевлев А. Академическая миссия на Печоре .....	1
Новиков В., Ефимов С.	
Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова .....	5
Павлинская Л.	
Становление этнографической науки в России .....	2
Сапожников И. Великий подвиг страны.....	3
Терюков А., Салмин А. Основатель этнографических коллекций Кунсткамеры.....	1
Фисенко С. Пути освоения Уссурийской тайги .....	5

## ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

Базанов С., Олейников А.	
Они ковали «щит» и «меч» русской армии.....	1
Голикова Н. Диковины и загадки Беломорья.....	6
Макарычев А. От Кёнигсберга до Калининграда.....	3
Русские писатели и публицисты о Лермонтове .....	3
Сапрыкина М. Непознанное царство минералов.....	2
Хализева М. Во всем в жизни — по максимуму .....	1
Хализева М. Драгоценные плоды его таланта.....	2

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Иванов С. Фиванская гробница Чаи в Луксоре .....	1
Мельников А. Сверхпроводимость и магнетизм: игра взаимодействий.....	6
Попов В.	
Геология и археология приморского обсидиана .....	3
Ширяев В. От инфракрасной области к терагерцам ...	5
Яковлев Р. Российские энтомологи в Африке .....	1

## К 100-ЛЕТИЮ НАЧАЛА ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Базанов С. Россия в огне.....	4
Базанова О.	
От предчувствия войны до падения династии .....	6
Киселев А. Северный форпост России .....	4
Макарычев А. «Та страна, что могла быть раем, стала логовищем огня...».....	5
Новикова И.	
Великая война: взгляд через столетие .....	4

## ИЗ ПРОШЛОГО

Авилова Л. Божественные плотники Шумера .....	2
Авилова Л. История дорог и наземного транспорта по данным археологии .....	4
Белавин А. Тайны «закамского» серебра .....	4
Корневский С. Раскрывая тайны курганов .....	2
Кулаков В. Семейный портрет X века.....	5
Хализева М. Миссия Первой АЭС.....	5

## К 400-ЛЕТИЮ ДОМА РОМАНОВЫХ

Богдан В.	
Романовы и Императорская Академия наук.....	3

## К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

ЛЕРМОНТОВА	
Базанова О. «Кавказ был колыбелью его поэзии» ....	2
Базанова О. «Москва моя родина...» .....	5

## НАУКА И ОБЩЕСТВО

Гейдор Т. Современное храмовое зодчество .....	2
--	---

## НАШ ДОМ — ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Жданова Л., Астахова И.	
Подземные кладовые Тимано-Печоры .....	6
Колосов П., Арбугаев Г., Любавин М.	
Надежные помощники в освоении Арктики .....	5
Коноплев А., Цатуров Ю. Стойкие загрязняющие вещества в российской Арктике.....	2
Королева Н. Кольский полуостров с точки зрения геоботаники .....	5

**Овсяников Н.**

Остров Врангеля — наследие плейстоцена ..... 3

**Павлюткин Б., Чекрызов И.**

Олигоценовые флоры Приморья—уникальные сообщества древних растений ..... 2

**Раченко М., Кулакова Т.**

Иркутская станция искусственного климата..... 5

**Сенюков С.** Активность вулканов Камчатки: мониторинг и прогноз ..... 6**ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ****Васильева А.** Отзвуки ушедших эпох..... 6**Базанова О.** Были и легенды Остоженки ..... 3**Горбунова Н.**

Старейший музыкальный музей России..... 2

**Игнатьева Л.**

Природное наследие Центральной Сибири ..... 1

**Нишанбаев Т.**

Минеральные богатства Ильменских гор ..... 1

**Перевозчиков В.**

Археологический музей-заповедник «Танаис» ..... 6

**Петров В., Пация Е., Шабалина О.** Европейский Север: история освоения в документах ..... 3**Чибисова С.**

Портреты «для памяти... любящих людей» .....6

**РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ****Киселев А.**

Человек на Мурмане: летопись освоения ..... 6

**ПАНОРАМА ПЕЧАТИ**

Уран, торий и энергетика будущего ..... 1

Сланцевый и водорастворенный газ: технологии добычи ..... 1

«Прирученная» детонация ..... 2

Степень чистоты ..... 2

Задачи для суперкомпьютера..... 3

В мире минералов пополнение..... 3

Детонация как альтернатива горению..... 4

Базовый элемент для американского ускорителя.... 4

Аварии предотвращает «Комплекс» ..... 5

Автономная гибридная миниэнергосистема ..... 5

Экономичная «сверхпамять»

для суперкомпьютеров..... 6

Томограф с безгелиевым охлаждением ..... 6