



42 В XVIII в. в нашей стране не было музеев, выставок и других художественных заведений. Мечтая о создании большого общенародного светского искусства, великий ученый Михаил Ломоносов решил украсить внутренние помещения Петропавловского собора, где был погребен Петр I, монументальными мозаичными картинами.



96 «Фритьоф Нансен велик как полярный исследователь, более велик как ученый и еще более велик как человек». Знакомство с биографией знаменитого норвежца убеждает, что в этой комплиментарной характеристике, данной его современником, нет преувеличения.



65 В 1380 г. великий князь московский Дмитрий Иванович, отправляясь к Куликову полю на бой с золотоордынцами, захватил с собой 10 «лучших людей» купеческого сословия в качестве информаторов, переводчиков, послов. Не участвуя в сражении, они тем не менее внесли посильный вклад в одержанную тогда русской ратью победу, положившую начало освобождению страны от монголо-татарской зависимости.



Самый крупный горный массив Арктики – плато Путорана – простирается к югу от Таймыра. Тут нередкость исключительные по красоте ландшафты, причудливо переплетаются зеленая бездна тектонических озер и монументальные базальтовые каньоны, а нагромождения скал рассечены долинами бурных порожистых рек со множеством водопадов, горные вершины усеяны каменными россыпями и снежниками. Но основной объект исследований и охраны специалистов местного заповедника – многие виды животных, в том числе редких и исчезающих, включенных в Красную книгу России. В целом же ученые рассматривают этот район как модель для познания общих закономерностей появления, динамики и сохранения горно-субарктических систем.

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

Издательство «Наука»: 117997, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

ОАО «Типография «Новости», 105005, Москва, ул. Ф. Энгельса, 46

Свидетельство о регистрации № 014399 от 26.01.1996 г.

Подписано в печать 12.09.2011. Заказ № 1729

© Российская академия наук, Президиум, «Наука в России», 2011



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

Яненко А.

Перспективы отечественной биоиндустрии4

Равин Н.

Геномный анализ в экологии микроорганизмов9

ТЕХНИКА XXI ВЕКА

Хализева М. Протонный пучок вместо скальпеля20

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Попова М.

Российский спрос на швейцарское качество23

ЮБИЛЯРЫ

Тропп Э. На пути к универсальному знанию32

Зотов А. Историк о живописи42

Челышев Е. Великий гуманист Индии44

С МЕСТА СОБЫТИЙ

Малыгина М. Ставка на ядерные технологии51

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

Базанова О. Малая родина больших дел56

Перхавко В. Негоцианты – послы – разведчики65

Лавренова О. По горам и пустыням73

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

Парафонова В. Бриллиант в хрустальной империи87

ИСТОРИЯ НАУКИ

Маркин В. Фритьоф Нансен и Россия96

НАШ ДОМ – ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Романов А.

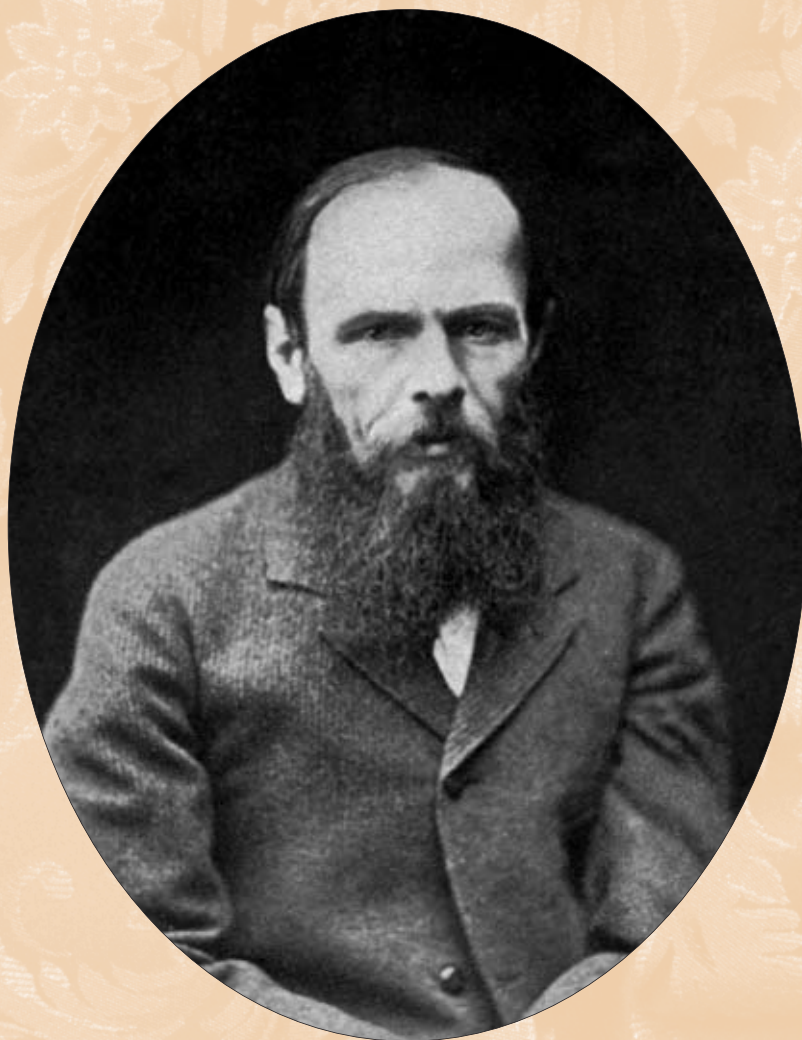
Плато Путорана – горный край полярных стихий105

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

Уральские ноу-хау для космоса16

Литий для техники XXI века28

Новые способности лазеров83



Основные проблемы творчества Достоевского, которые разрабатывались почти во всех его произведениях — психологические, нравственные, политические, философские, — органично связаны между собой и отражают противоречия действительности и общественной мысли в эпоху острой ломки социальных отношений в России и Западной Европе. Новый буржуазный строй сопровождался революционными потрясениями, приводил к разорванности и размежеванию общественного сознания, шаткости нравственной жизни и психологии людей.

Ф.М. Достоевский. Фото 1880 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ БИОИНДУСТРИИ

Доктор биологических наук Александр ЯНЕНКО,
заместитель директора Федерального государственного
унитарного предприятия ГосНИИгенетика (Москва)

**В 2011 г. Российское правительство
начинает претворять в жизнь программу возрождения
биотехнологического сектора экономики.**

**Наличие сильных научных школ, соответствующие
мировому уровню разработки отечественных специалистов —
серьезное основание для намеченных шагов. Об этом,
а также о сложностях настоящего момента нашему корреспонденту
Евгении Сидоровой рассказал заместитель директора
Московского государственного научного центра
РФ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт
генетики и селекции промышленных микроорганизмов»,
доктор биологических наук Александр Яненко.**

— Александр Степанович, разрешите поздравить вас с присуждением премии Правительства РФ в области науки и техники за 2010 г. Эту престижную награду вы с коллегами получили за разработку и промышленное освоение новой биотехнологии. В чем суть данной работы?

— Благодарю за поздравление. Эта премия присуждена специалистам нескольких организаций за разработку и промышленное освоение биокаталитической технологии производства аспарагиновой кислоты и изготовление инновационных лекарств на ее основе. Речь идет о препаратах, предназначенных для устранения дефицита магния и калия, который возникает в организме человека при заболеваниях сердечно-сосудистой системы (инфарктах, гипертонии, ишемических болезнях).

Подчеркну: упомянутая премия отличается от всех прочих тем, что для ее получения необходимо не просто разработать технологию, требуется организовать производство готовой продукции и выпускать ее не менее года. Как вы понимаете, эта сложнейшая работа возможна лишь при слаженных действиях большого коллектива ученых и практиков. Координатором работы выступил научный руководитель ГосНИИгенетики, член-корреспондент РАН Владимир Дебабов.

— Иначе говоря, необходимо пройти всю «цепочку» — от научной разработки до коммерциализации продукта?

— И первым ее звеном был наш институт, отвечавший за получение соответствующих штаммов микроорганизмов — продуцентов L-аспарагиновой кислоты. Масштабированием процесса, а позже коммерци-

**Производство аспаркама-L
на предприятии ОАО «Биосинтез».**

ализацией готового продукта занимались коллеги из ЗАО «Биомид» (г. Саратов). Производство L-аспарагиновой кислоты осуществляется в Пензе, на комбинате ОАО «Биосинтез». Наконец, при разработке фармацевтических препаратов особая роль отводится доклиническим и клиническим испытаниям. Поэтому мы обратились к специалистам из Волгоградского государственного медицинского университета, которые провели исследования и доказали, что L-аспарагиновая кислота обеспечивает наилучшую биодоступность магния и калия для сердечной мышцы.

— *Аспарагиновая кислота может существовать и в другой форме?*

— Это вещество существует в виде двух изомеров — L и D, и сегодня в медицине в основном применяют их рацемические смеси*. Между тем все биологические системы потребляют только L-форму, поскольку D-форма для них — ксенобиотик, от которого надо избавляться. Суть нашей работы состояла как раз в том, чтобы получить соли аспарагиновой кислоты для восполнения калия и магния на основе только L-изомера — нормального клеточного метаболита, принимающего участие в синтезе белков. Волгоградские ученые под руководством академика РАМН Владимира Петрова экспериментально доказали его преимущества в качестве переносчика ионов магния и калия. Их заключение стало основой для выпуска ряда новых препаратов.

— *Итак, разработанные вами препараты можно назвать оригинальными, хотя L-аспарагиновая кислота — известное действующее вещество многих лекарств, в том числе импортных. Почему же до сих пор никто ни в нашей стране, ни за рубежом не попытался заменить рацемическую смесь на L-изомер?*

— В отечественной клинической практике дефицит магния традиционно ликвидировали с помощью всем известного дешевого лекарства — магнeзии (раствор сульфата магния). Биодоступность элементов в данном случае на порядок ниже, чем у аспарагинатов — панангина, аспаркама, поставляемых из-за рубежа и сделанных на основе рацемических смесей. Но в фармацевтической сфере существует определенный консерватизм: препарат уже есть, он сертифицирован, налажена цепь сбыта.

Мы начали поиск, имея определенный задел: в 1990-е годы наш институт занимался получением подсластителя аспартама (более точное название — L-аспартил-L-фенилаланина метиловый эфир), поэтому у нас были штаммы микроорганизмов, позволяющие производить аспарагиновую кислоту. Правда, работа тогда остановилась на стадии лабораторных исследований, и теперь предстояло довести их до промышленной технологии. Мы сконцентрировались на новой задаче и повысили аспартазную активность (способность превращать фумарат аммония в аспарагиновую



кислоту) штамма в 1000 раз, чтобы обеспечить экономическую целесообразность процесса. Сотрудники ЗАО «Биомид» под руководством генерального директора Сергея Воронина иммобилизовали микробные клетки (ограничили подвижность), введя их в гель, наполняющий реактор колонного типа для производства аспарагиновой кислоты.

Кстати, традиционное химическое производство рацемических смесей аспарагиновой кислоты довольно опасно с экологической точки зрения — там применяют такие вещества, как малеиновая кислота и аммиак при температуре 140–150°C и избыточном давлении 0,25–0,3 МПа, причем продуктивность не превышает 74%, велики объемы отходов. На биотехнологическом предприятии ферменты микроорганизмов, находящиеся в реакторе-колонне, работают как катализаторы в водной фазе при 30–37°C строго специфично* — аспартаза (аспарта-аммиак-лиаза) присоединяет к фумаровой кислоте аммиак с образованием L-аспарагиновой кислоты. Сверху в колонну вводят субстрат, а внизу выходит продукт (кислота), который затем очищают и превращают в соли. Конверсия получения фумарата аммония при нашей технологии достигает 98%! Химические катализаторы не обеспечивают такой эффективности.

Кроме того, описанный процесс легко масштабировать — в зависимости от потребностей можно поставить 1–2 колонны или больше.

— *Сегодня уже возникла необходимость наращивать производство новых препаратов?*

*Рацемическая смесь — смесь равных количеств двух оптических антиподов одного вещества (прим. ред.).

*См.: А. Яненко. Приоритеты промышленной биотехнологии. — Наука в России, 2006, № 5 (прим. ред.).



В лаборатории
ГосНИИгенетики.

— Последний год кривая роста продаж лекарств для инъекций (раствор «Аспаркам-L») неуклонно растет. Первая пробная партия поступила в продажу в 2008 г. Некоторое время потребовалось для того, чтобы объяснить медикам особенности новинки, изучить рынок, провести рекламные акции (конференции, публикации результатов исследований). Но уже к 2010 г. спрос достиг сотен тысяч упаковок. Коллеги из «Биосинтеза» говорят, что не успевают удовлетворять аппетиты потребителей. Так что надо увеличивать объемы колонны.

— Речь идет только об отечественном рынке? Интересуются ли новыми препаратами за рубежом?

— Для вхождения на европейский фармацевтический рынок необходимо провести там клинические исследования, а это очень дорого. Поэтому мы пока ориентируемся на Россию и страны СНГ.

— В последнее время в нашей стране идет активное обсуждение государственных программ развития отечественной биотехнологии. Очевидно, намеченные в них изменения должны серьезно стимулировать новые научные исследования?

— Для нас появление программ «Фарма-2020» и «Биотех-2030» — знаковое событие, ведь последние 20 лет биотехнологический комплекс в стране деградировал. В соответствии с программой «Фарма-2020» перспективы развития фармацевтической отрасли грандиозны: до 50% лекарств наша страна будет производить сама. Государство планирует финансировать создание 5000 препаратов и впервые оплатит дорогостоящие клинические исследования. Разумеется, вначале состоятся конкурсы проектов. Отмечу: цикл получения

нового продукта занимает 5-10 лет. Иначе говоря, до 2020 г. можно успеть разработать не более двух поколений лекарств.

Мне представляется, что для успешного решения задач развития биофармацевтической промышленности необходимо особое внимание уделить производству субстанций посредством микробного синтеза. Однако в последние годы работы по созданию инструментов для направленного изменения генома микроорганизмов, продуцирующих вещества, важные для получения лекарств, практически не финансировались. А это дорогостоящие и длительные исследования, от которых зависит успех всего дела. Вторая проблема — практически полное отсутствие в стране промышленной ферментационной базы. ОАО «Биосинтез» в Пензе — приятное исключение. Как следствие, весь спектр субстанций для изготовления лекарств наша страна покупает за рубежом, прежде всего в Китае. Мы оказались в полной зависимости от внешних поставок.

Очевидна необходимость организовать в стране выпуск минимального набора жизненноважных лекарственных средств. Правда, бытует мнение, что в России нет условий для производства субстанций, однако наши коллеги из ОАО «Биосинтез» доказали обратное. В итоге, произведенные ими субстанции антибиотиков сегодня поставляются и в Европу, и в тот же Китай.

— То есть при правильной постановке вопроса можно занять место и на мировом рынке?

— Можно и нужно к этому стремиться. Теперь о «Биотех-2030». Пока это еще не программа, а технологическая платформа, своего рода стратегия развития промышленной биотехнологии в России.



ГосНИИгенетика.
Экспериментальные площадки
для выпуска опытных партий
лекарственных препаратов.
А – посев микроорганизмов
на питательные среды,
В – изучение под микроскопом
клеток млекопитающих,
продуцирующих эритропоэтин.

С ее реализацией мы связываем возрождение микробиологической индустрии, ферментационных мощностей. Как нам кажется, без ее воплощения затормозятся научные исследования, питающие в том числе и фармацевтическое направление.

Одним из приоритетов развития промышленной биотехнологии в России является переработка растительного сырья и получение ценных продуктов из возобновляемых источников — биоразлагаемых полимеров, пластиков, мономеров для химии высокомолекулярных соединений, кормовых добавок (лизин, треонин и др.). В последние годы в стране возникли огромные, невостребованные избытки зерна. Между тем до 10 млн т этого сырья может быть использовано для задач биотехнологии, что обеспечит гарантиро-

ванный сбыт и даст стимул к дальнейшему развитию сельского хозяйства.

Однако соответствующих заводов, увы, пока нет. Те, что существовали в советский период, например, выпускавшие лизин, распались, а оборудование давно порезали на металлолом. Они производили 40 тыс. т лизина, а сейчас страна ежегодно завозит около 50 тыс. т из-за рубежа.

В последнее время и бизнес, и государство заинтересовались этими проблемами. В ближайшем будущем можно ожидать появления новых предприятий по переработке зерна и выпуску биотехнологических продуктов. Инновации в этой сфере будут востребованы.

— *Несмотря на объективные трудности последних 20 лет, ваш институт продолжал служить примером*

инновационной деятельности. Какие темы разрабатываются в ГосНИИГенетика в настоящее время?

— В последние 3–4 года мы участвовали в выполнении важнейшего инновационного проекта государственного значения «Производство рекомбинантных белков медицинского применения на основе культур клеток животных и микроорганизмов с использованием высокоэффективных технологических платформ», направленного на создание лекарственных препаратов, в частности, улучшенной формы α -интерферона (белка, выделяемого клетками организма в ответ на вторжение вируса). Молекула интерферона, синтезированная бактериями, отличается от природной лишь тем, что содержит дополнительную аминокислоту — метионин. В Европе уже запрещено использовать такой вариант данного препарата, и многие страны, в том числе СНГ, ориентируются на эти стандарты. Чтобы создать перспективу российскому производителю, наш институт разработал уникальный процесс на основе микробного синтеза, позволяющий получать безметиониновый интерферон.

Еще одной разработкой в рамках упомянутого проекта стала новая технология получения эритропоэтина — важного лекарства для лечения анемий. Всем больным с почечной недостаточностью, находящимся на диализе, оно жизненно необходимо. В стране его выпускают по старой технологии — с применением сыровороток животных, а значит, существует риск заражения препаратов вирусами. Чтобы этого избежать, следует заменить привычный компонент на новые, растительного происхождения или же синтетические.

Но прежде всего необходимо научить культуры клеток использовать лишь синтетические вещества. К тому же надо заставить их расти не только в виде монослоев на поверхности сосудов, но и в объеме — тогда продуктивность процессов будет выше. Этими задачами мы занимались последние несколько лет и в результате предложили усовершенствованную технологию, при которой эритропоэтин можно производить без животного сырья, а культивирование осуществляется в объеме (суспензионная технология). Словом, методическая и научная база для создания препаратов на основе рекомбинантных белков теперь есть. В институте имеются две площадки, оборудованные всем необходимым, а также помещения, позволяющие выпускать опытные образцы для доклинических исследований.

Наконец, в ходе выполнения проекта был разработан уникальный препарат для заместительной терапии*, назначаемый пациентам с недостаточной секрецией пищеварительных ферментов. В его основе — соответствующие микробные ферменты. Применяемые в настоящее время с той же целью «Мезим», «Креон» и др. созданы на основе панкреотина животных, что, к сожалению, создает потенциальную угрозу заражения вирусами и прионами**. В настоящее время предло-

женное нами безопасное и эффективное лекарство на стадии клинических испытаний.

— Мы начали разговор с исследования, завершившегося созданием технологии получения аспарагинатов — лекарств, предназначенных для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Но известно также, что аспарагиновую кислоту применяют для парентерального питания, когда необходимые вещества должны попасть в организм, минуя желудочно-кишечный тракт. Вы не рассматривали имеющиеся разработки в этом плане?

— Важнейшей задачей института с момента его образования являлась разработка биотехнологий микробного синтеза аминокислот, в том числе и для парентерального питания: мы получили штаммы-продуценты нескольких из них — лизина, треонина, триптофана и др. Сегодня во многих странах мира производство еще одной аминокислоты — треонина — базируется на штаммах, созданных в ГосНИИГенетика. К сожалению, в 1990-е годы эти исследования были полностью остановлены из-за отсутствия финансирования. И отрадно, что в последние годы у отечественных промышленников вновь появился интерес к данной теме. Институт готов вернуться к изысканиям, уже подписаны первые контракты. Мы приступили к разработке промышленной технологии изготовления лизина по заказу ООО «Управляющая компания «Приосколье» (Белгородская область) — крупнейшего производителя птицы в России.

— Очевидно, что успешное выполнение упомянутых государственных программ развития биоиндустрии будет зависеть от укомплектованности предприятий квалифицированными специалистами. Не наступит ли кадровый голод при реализации задуманных масштабных задач?

— С кадрами ситуация действительно непростая — их недостаточно. Вместе с тем в стране существуют прекрасные школы в НИИ и университетах, которые могут подготовить первоклассных специалистов. Наш институт традиционно пополняется студентами биологического и химического факультетов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова. Основная проблема — удержать перспективных ученых. За последние 15 лет более 100 наших молодых сотрудников уехало за рубеж.

Но я надеюсь, что реализация программ по развитию биотехнологий позволит решить существующие кадровые проблемы, создать научный задел, и в итоге переломить негативную ситуацию, обеспечив успешное становление этой перспективной отрасли в нашей стране.

*Заместительная терапия заключается во введении в организм вещества, естественная выработка которого понижена или прекращена (прим. ред.).

**Прионы — особый класс инфекционных агентов, чисто белковых, не содержащих нуклеиновых кислот, вызывающих тяжелые заболевания центральной нервной системы у человека и ряда высших животных (прим. ред.).

ГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ В ЭКОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Доктор биологических наук Николай РАВИН,
заместитель директора по научной работе,
заведующий лабораторией систем молекулярного клонирования
Центра «Биоинженерия» РАН (Москва)

**Разнообразные природные сообщества микроорганизмов
могут включать тысячи различных видов,
большинство из которых обычно не удается культивировать
в лабораторных условиях, а следовательно, и охарактеризовать.
Но задача оказалась разрешимой
с появлением новых методов геномного анализа.
Применяя их, мы исследовали состав микробных сообществ
горячих источников Камчатки
и месторождений гидратов метана на дне озера Байкал.**

КЛЮЧ – НУКЛЕОТИДНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Одна из важнейших задач микробиологии, как, впрочем, и других классических биологических наук, — идентификация и классификация объектов исследования. Если, например, зоология и ботаника используют для этого все разнообразие морфологических признаков животных и растений, то для микроорганизмов такой подход не очень продуктивен,

т.к. число дифференцирующих внешних особенностей у одноклеточных сравнительно невелико. Вот почему наряду с размером и формой клеток, наличием или отсутствием жгутиков и т.п. классификация микробов основана на разнообразии их функциональных характеристик — способности к росту на различных субстратах, образованию определенных продуктов метаболизма, зависимости от кислорода и т.д. Но на уровне одной клетки, являющейся целым



Термальные источники кальдеры Узон:
«Источник Заварзина» (а), «Бурлящий» (b) и «1810» (с).

лениях о том, что все функциональные характеристики любого живого организма определяются его геномом, т.е. последовательностью нуклеотидов в ДНК. Важным результатом применения в данной области науки молекулярных методов стало создание системы идентификации и классификации, основанной на секвенировании* и сравнении нуклеотидных последовательностей генов 16S рибосомной РНК**, имеющих у всех микроорганизмов. Степень сходства генов этой РНК отражает эволюционное родство. Учитывая это обстоятельство, американский ученый Карл Вёзе в конце 1970-х годов предложил единую филогенетическую систему прокариот (организмов, не обладающих, в отличие от эукариот, оформленным клеточным ядром). Он же установил, что археи*** образуют третий домен живых существ, наряду с бактериями и эукариотами.

В последующие годы базы данных нуклеотидных последовательностей 16S рРНК стали ускоренно пополняться по мере совершенствования технологий геномного секвенирования. Последние были применены и к метабеномной**** ДНК, выделенной из природных источников, таких как почва, морская вода, кишечник человека и др. Здесь-то и выявилась ограниченность упоминавшихся культуральных способов анализа микроорганизмов. Оказалось, большинство из них, идентифицированных в природных сообществах по последовательностям генов 16S рРНК, не имеют культивируемых родственников, представляют собой отдельные филогенетические ветви, о метаболизме представителей которых и их экологической роли ничего неизвестно. Более того, культивировать в лабораторных условиях удается, как правило, не более 0,1-1% микроорганизмов природных сообществ; о существовании остальных стало известно лишь благодаря использованию молекулярных способов анализа.

Напомним, в СССР работы по определению последовательностей нуклеиновых кислот были начаты в 1960-х годах практически одновременно с первыми аналогичными поисками зарубежных ученых. В 1967 г. биохимик Александр Баев определил последовательность валиновой (т.е. несущей аминокислоту валин) транспортной РНК дрожжей. Расшифровка собственно геномных последовательностей, т.е. ДНК, требовала принципиально иных подходов. Методы секвенирования этой сложнейшей биомолекулы были разработаны в лабораториях американ-

организмом, из-за слишком малых ее размеров изучать эти особенности невозможно. Препятствие удалось преодолеть с появлением методов культивирования, т.е. выращивания в лабораториях чистых культур идентичных клеток. Именно их анализ дал представление о разнообразии путей метаболизма и биохимических процессов, реализуемых микроорганизмами, их экологической роли в биосфере, а также позволил разработать методы идентификации и классификации микроорганизмов.

С середины XX в. в микробиологии получили развитие новые направления, основанные на представ-

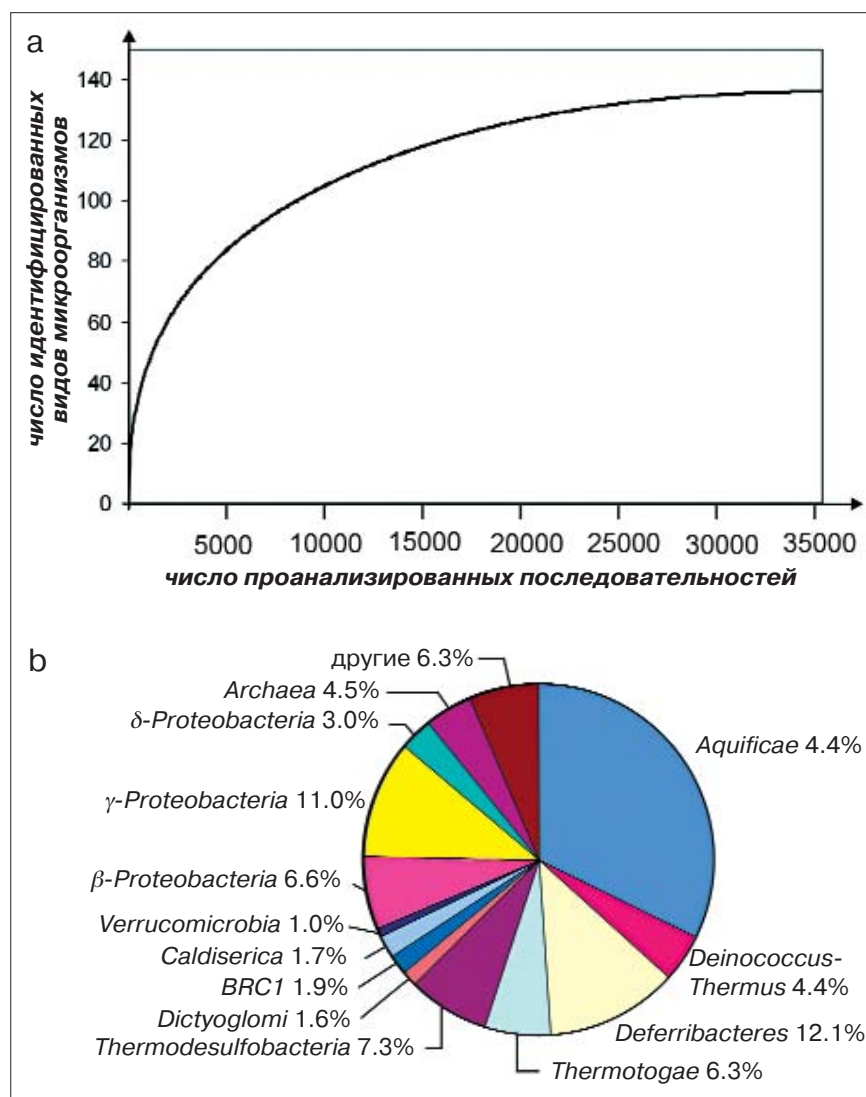
*Секвенирование — определение последовательности нуклеотидов в цепочке ДНК (прим. авт.).

**Рибосомная РНК (рРНК) — несколько молекул рибонуклеиновой кислоты, составляющих основу рибосомы, на которой происходит синтез белка (прим. ред.).

***Археи — одноклеточные прокариоты, на молекулярном уровне заметно отличающиеся как от бактерий, так и эукариот. Особенности проявляются в компонентах синтеза белка, структуре клеточной стенки, биохимии, устойчивости к факторам внешней среды, например, высокой температуре (прим. ред.).

****Метабеномная ДНК — суммарная ДНК всех микроорганизмов, входящих в состав исследуемого сообщества (прим. авт.).

**Состав микробного сообщества
«Источника Заварзина».**
График (а) показывает зависимость
числа идентифицированных
видов бактерий от числа
анализируемых последовательностей
генов 16S рРНК.
На диаграмме (b) показаны
доли основных групп
микроорганизмов сообщества.



ского биофизика Уолтера Гилберта (нобелевский лауреат 1980 г.) и английского биохимика Фредерика Сенгера (нобелевский лауреат 1958 и 1980 гг.). В конце 1970-х годов для полной расшифровки оперона* генов рибосомных РНК дрожжей их применил ученик академика Баева Константин Скрыбин.

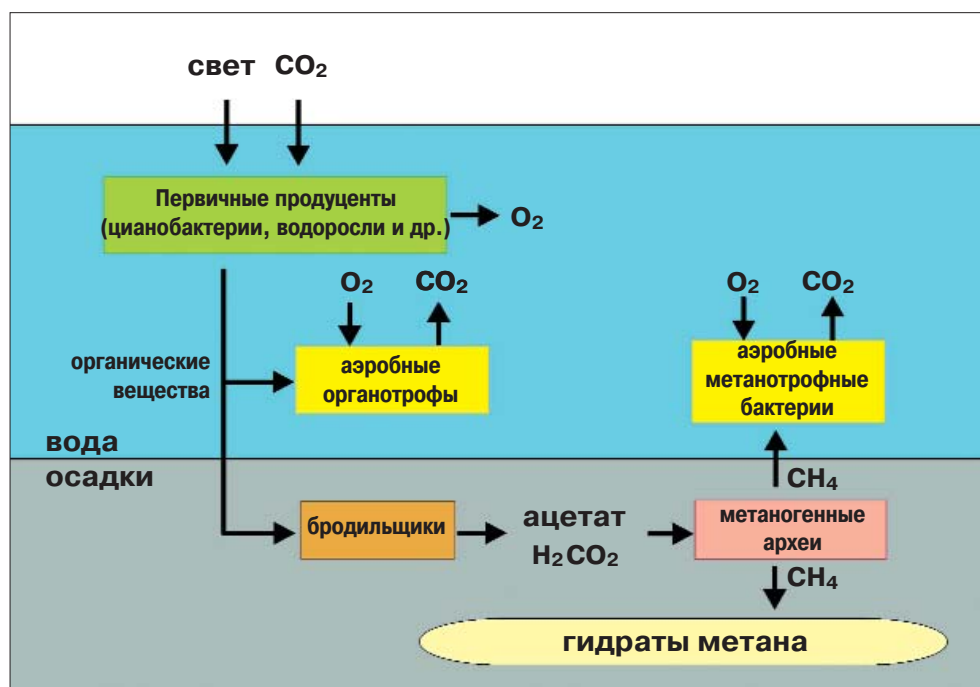
Определение последовательности нуклеотидов в цепочке ДНК открыло возможность идентификации белков, кодируемых соответствующими генами. Первая такая работа в нашей стране — речь идет о фрагментах генома бактериофага лямбда — была опубликована в 1979 г. коллективом ученых: Юрием Овчинниковым, Константином Скрыбиным, Евгением Свердловым и Александром Баевым. Работы по секвенированию отдельных генов человека, живот-

ных, растений и микроорганизмов, а позднее и полных геномов вирусов продолжались в 1980-х годах в нескольких институтах АН СССР. Однако исследования в области молекулярной идентификации микроорганизмов в России практически не велись до середины 1990-х годов, когда в Центре «Биоинженерия» РАН было создано соответствующее исследовательское подразделение. За прошедшие годы по последовательностям генов 16S рРНК здесь определено более тысячи бактерий и архей.

Методы геномного секвенирования на протяжении минувших 30 лет постоянно совершенствуются, в результате чего их производительность растет, а стоимость снижается. Так, качественным скачком стал метод параллельного пиросеквенирования*, предложенный американской компанией 454 Life Sciences (в настоящее время в составе фирмы Roche)

*Оперон — участок генетического материала, состоящий из двух или более генов, которые транскрибируются в составе одной РНК и являются функционально связанными, например, кодируют белки (ферменты), осуществляющие последовательные этапы биосинтеза какого-либо метаболита (прим. ред.).

*Пиросеквенирование — аналитический метод назван так, поскольку важную роль в нем играют пирофосфаты (анионы, соли и эфиры пирофосфорной кислоты) (прим. ред.).



Предполагаемая
схема образования
гидратов метана
в донных осадках
озера Байкал.

в 2005 г. — применяя его, можно одновременно определить сотни тысяч нуклеотидных последовательностей ДНК в индивидуальных реакциях, тогда как на основе традиционного капиллярного электрофореза удастся единовременно анализировать не более нескольких десятков образцов.

Подчеркну: многие микробные сообщества имеют сложный состав, включающий бактерии и археи сотен видов. И используя для анализа последовательностей генов 16S рРНК метод пиросеквенирования, выявляют не только доминирующие микроорганизмы, но и минорные, т.е. присутствующие в очень малых количествах, которые, однако, могут играть важную функциональную роль. А в результате появляется возможность достоверного количественного определения отдельных групп микробов, что необходимо для реконструкции метаболических путей сообщества в целом.

В России работы по изучению микробных сообществ с использованием методов высокопроизводительного секвенирования были начаты Центром «Биоинженерия» РАН в 2008 г., т.е. почти одновременно с первыми разработками западных коллег в этой области. Что же нам удалось узнать?

В ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКАХ КАМЧАТКИ

Долгое время считалось, что микроорганизмы, как и другие формы жизни, не могут развиваться при температурах выше 50–60°C. И важное открытие в 1970-х годах сделал американский ученый Томас Брок, обнаруживший в горячих источниках Йеллоустонского парка США микробы, растущие при температурах до 80°C. Позднее термофилы, в основном

представленные археями, были выявлены в различных горячих источниках вулканического происхождения, глубоководных морских гидротермах, высокотемпературных нефтяных скважинах. Причем верхний предел температуры роста (122°C) зафиксирован для архей, обитающих в глубоководных источниках на дне океана в условиях высокого давления*.

Интерес к термофилам обусловлен их значением как для фундаментальных исследований, так и перспективами практического использования. Термофилы принадлежат к эволюционно древним группам микроорганизмов, а их сообщества можно считать аналогами экосистем, существовавших миллиарды лет назад на еще горячей Земле в бескислородной атмосфере. Пример — наноархеи, обладающие среди всех живых организмов самым минимальным по размеру геномом. Что же касается практики, то продуцируемые термофилами термостабильные ферменты найдут применение в различных областях биотехнологии, скажем, как расщепляющие жиры и белки биодобавки в составе моющих средств.

Основной объект наших поисков, проводимых совместно с коллективом доктора биологических наук Елизаветы Бонч-Осмоловской** из Института микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН (Москва), — термальные источники Камчатки. Здесь, в Долине гейзеров, кальдере вулкана Узон*** и ряде других районов, их сотни, причем с разнообразными

*См.: А. Лисицын, А. Сагалевич. Главное открытие в океане. — Наука в России, 2001, № 1 (прим. ред.).

**См.: Е. Бонч-Осмоловская. Термофилы: прошлое планеты, будущее биотехнологии. — Наука в России, 2010, № 4 (прим. ред.).

***См.: В. Мосолов. Кронотки уникалы. — Наука в России, 2011, № 2 (прим. ред.).



Спуск глубоководного аппарата «Мир».

физико-химическими характеристиками — температурой, кислотностью, химическим составом воды, присутствием газов вулканического происхождения.

Так, мы проанализировали микробные сообщества пяти термальных источников кальдеры вулкана Узон, различающихся двумя наиболее важными для роста микроорганизмов параметрами, — температурой и кислотностью воды. Один из них — «Источник Заварзина» — представляет собой мелкий бассейн размером 4,5 x 2,3 м. В менее горячих его участках, расположенных по краям, дно покрыто матом из цианобактерий толщиной несколько миллиметров. Температура воды умеренно высокая (58°C), показатель ее кислотности нейтрален (pH 6,3), высоко содержание взвешенной серы. Другой источник — «Бурлящий» — самый горячий на Узоне, температура воды в нем достигает точки кипения (90–94°C) с учетом высоты над уровнем моря, pH также нейтрален (6,7). Три других — «1884», «1805» и «1810» — имеют высокую кислотность (pH 3,7–4,1), но различаются по температуре воды (соответственно 50, 60 и 90°C).

Наибольшим биоразнообразием отличается «Источник Заварзина» — в нем обнаружено свыше ста видов бактерий, составляющих около 95% всех обитающих здесь микроорганизмов, на долю архей приходится лишь порядка 5%. К тому же одна из филогенетических ветвей бактерий оказалась новой эволюционно древней группой, представители которой зафиксированы только в данном источнике. Полноценная характеристика микробного сообщества стала возможной лишь благодаря применению пиросеквенирования (проанализированы около 35 тыс. последовательностей 16S рРНК); традиционные методы не могли бы выявить и одной десятой обнаруженного разнообразия. Причем полученные нами новые данные позволяют выдвинуть гипотезу о природе

экологических взаимосвязей между основными группами микроорганизмов этого источника.

Оказывается, первичное продуцирование органики может осуществляться как фотосинтезирующими цианобактериями, так и различными группами хемолитоавтотрофов, окисляющих восстановленные вещества вулканического происхождения (водород, сера и др.), поставляемых геотермальным потоком. Всю эту и поступающую с поверхностными водами из окружающих районов органику используют разнообразные органотрофные микроорганизмы, в число которых входят бактерии как сбраживающие органические субстраты, так и полностью их окисляющие за счет использования в качестве акцептора электронов кислорода, серы или нитрата. Большое количество филогенетически разнообразных групп, из которых ни одна не доминирует, свидетельствует: это хорошо сбалансированное сложное сообщество, где каждая группа занимает свою экологическую нишу. Такое сообщество можно рассматривать как модель первичных экосистем древней Земли.

Совершенно другое «население» обнаружено нами в высокотемпературном источнике «Бурлящий». Оно фактически включает всего две группы микроорганизмов — бактерии типа *Aquificae* и археи порядка *Thermoproteales*. Обе относятся к хемолитоавтотрофам, синтезирующим органику из CO₂, используя при этом энергию молекулярного водорода и других восстановленных веществ вулканического происхождения. Вероятно, такая простая структура сообщества определяется ограниченностью спектра доступных субстратов и «отбором» микробов, растущих при экстремально высокой температуре.

В отличие от термальных источников с нейтральным pH воды, кислые изучены мало, поэтому неудивительно, что нас ожидал ряд сюрпризов при ана-



**Залегание гидратов метана
(они белого цвета) в осадках.**

лизе упомянутых «1884», «1805» и «1810». Прежде всего отметим: большинство микроорганизмов в них составляли не бактерии, а археи, лучше приспособленные к выживанию при высокой температуре и кислотности. Причем наибольшее микробное разнообразие обнаружено в «прохладном» (50°C) источнике «1884». Одной из наиболее многочисленных групп бактерий оказались представители рода *Acidithiobacillus*, аэробно окисляющие железо и серу. Окисление серы приводит к образованию серной кислоты, таким образом именно активность *Acidithiobacillus* может быть причиной высокой кислотности среды. Бактерии еще одной группы, *Verrucomicrobia*, способны окислять газ метан, поступающий с геотермальным потоком. Для их роста требуются умеренно высокая температура и кислая среда, как раз создаваемая *Acidithiobacillus*.

Наиболее неожиданный результат был получен при анализе «архейной» компоненты сообщества. Оказалось, что более 90% обнаруженных архей представляли филогенетические линии, в которых вообще нет микроорганизмов, культивируемых известными методами классической микробиологии. Их метаболизм и экологическая роль требуют дальнейшего изучения.

В высокотемпературных кислых источниках «1805» и «1810» около половины архей составляли представители порядка *Sulfolobales*, встречающиеся в сульфатах* и кислых гидротермах по всему миру. Эти археи окисляют серу, водород и органические соединения, именно их деятельность может вызывать высокую кислотность источников. Наиболее интересным и еще одним неожиданным результатом стало обнаружение здесь наноархей, причем их доля выше всего в экстремальнейших условиях источника «1810» (90°C, pH 4,1). Как уже говорилось, они представляют собой эволюционно древнюю ветвь. Единственная культивируемая из них, *Nanoarchaeum equitans*, обнаруженная в свое время в глубоководной морской гидротерме, — симбионт другой археи, *Ignicoccus hospitalis*. Отсутствие в этом источнике ее родственников и большая доля наноархей (24% всех архей) позволяют предположить, что они могут являться свободноживущими организмами — реликтами древних экосистем.

НА ДНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Другой объект наших работ — микробные сообщества, обнаруженные в месторождениях гидратов метана. Но прежде чем рассказать о них, небольшое отступление. Гидраты метана — перспективный топливно-энергетический ресурс, их разработка станет возможной в ближайшей перспективе. Они представляют собой твердые кристаллические соединения воды с газами, образующиеся в условиях высокого давления и низких температур. Величина их запасов как минимум в несколько раз превосходит ресурсы традиционного газа. Основные места залегания обнаружены в осадках на дне морей и океанов, в районах вечной мерзлоты, большие объемы имеются и на арктическом шельфе России.

Интерес к таким залежам обусловлен не только перспективами их использования как энергоносителей, но и потенциальным влиянием на глобальные изменения климата. Дело в том, что повышение температуры Земли приводит к нарушению стабильности гидратов и эмиссии газообразного метана. А рост в атмосфере концентрации метана, одного из активных парниковых газов, в свою очередь увеличивает парниковый эффект и ведет в дальнейшем к повышению температуры.

В настоящее время обсуждаются различные гипотезы происхождения гидратов метана, предполагающие как их биогенные (синтез микроорганизмами), так и абиогенные (термическая дегградация углеводородов) источники. Исследования морских гидратов метана показали их взаимосвязь с сообществами различных микроорганизмов как образующих, так и окисляющих метан. Но хорошо известно, что вслед-

*Сульфатары — заполненные водой воронки, нагреваемые выходами горячего водяного пара с примесями сероводорода, углекислого и других вулканических газов (прим. авт.).

ствие различий в минеральном составе воды морские и пресноводные микробные сообщества, а также осуществляемые ими биогеохимические процессы, существенно различаются.

Единственный в мире пресный водоем, на дне которого обнаружены области залегания газовых гидратов, — озеро Байкал. Образование их в осадках на дне возможно благодаря большой глубине озера (до 1642 м), обеспечивающей высокое давление, и низкой температуре воды (3–4°C).

Целью работы, выполненной нами в сотрудничестве с коллективом доктора биологических наук Тамары Земской из Лимнологического института СО РАН (г. Иркутск), являлся анализ состава микробных сообществ, ассоциированных с газовыми гидратами озера Байкал, и идентификация различных групп микроорганизмов, ответственных за образование и окисление метана. Для проведения анализа из находящегося на глубине около 1400 м района залегания гидратов метана были отобраны пробы придонной воды и две пробы осадков — приповерхностного (до 1 см) и глубинного слоя (85–90 см), непосредственно прилегающего к гидрату. Пробы придонной воды были отобраны с глубоководного аппарата «Мир» в ходе экспедиции 2009 г.

Состав микробных сообществ был проанализирован с помощью пиросеквенирования генов 16S рРНК. В придонной воде выявлено около пятисот видов микроорганизмов, 99% из них составляли бактерии и лишь 1% — археи. Около половины бактерий относились к обычным «водным» видам, характерным для пресных водоемов, а вторую половину составляли метанотрофные, семейства *Methylococcaceae*, представители которого растут, окисляя метан растворенным в воде кислородом. Отметим, из всех 29 тыс. идентифицированных в Байкале по последовательностям 16S рРНК бактерий ни одна не относится к известным патогенным видам, что свидетельствует о чистоте воды и ее безопасности для человека.

В отличие от воды в донных осадках озера значительную долю микроорганизмов составляли археи — около двух третей в приповерхностном слое и порядка 30% в глубинном. В первом обнаружены разнообразные органотрофные бактерии и археи, разлагающие накапливающуюся в виде донных осадков органику, — отмершие водоросли, цианобактерии и т.п. Осадки служат анаэробной (бескислородной) экологической нишей, в которой органические вещества сбраживаются органотрофами с образованием ацетата и водорода в качестве основных продуктов. Эти вещества могут использоваться в качестве субстратов метаногенами* — наиболее многочисленной группой архей, обнаруженных нами там же. Поскольку вода Байкала обладает низкой минерализацией, то именно метаногенез является конечной стадией разложения осаждающейся из водной толщи органики. Образовавшийся газ либо «захоранивается» в виде гидратов, либо поднимается вверх, где эффективно окисляется в придонной воде аэробными метано-

трофными бактериями. Таким образом, экосистема озера обеспечивает образование гидратов метана и предотвращает эмиссию этого парникового газа в атмосферу.

Что касается микробного сообщества глубинного слоя осадков, то оно включает различные группы бактерий и архей. Свыше 90% из них относятся к разным филогенетическим линиям, не имеющим культивируемых представителей. Микроорганизмы «глубинной» биосферы, как и их метаболизм, в настоящее время остаются практически неизученными.

В заключение хотелось бы отметить, что благодаря применению современных молекулярных методов в сочетании с классическими микробиологическими и биохимическими подходами, потенциал отечественной микробиологии в последние годы существенно вырос. Во многом это стало возможным благодаря проектам Министерства образования и науки РФ, РФФИ и программам фундаментальных исследований РАН. Так, если до 2007 г. в России не было расшифровано ни одного полного генома микроорганизма, то за последние несколько лет их прочтено уже почти два десятка, причем нашим коллективом в Центре «Биоинженерия» РАН определено около 10% всех известных полных геномов архей.

Разумеется, диапазон возможностей высокопроизводительного секвенирования далеко не исчерпывается определением таксономического состава сообществ. Ведь филогенетическая близость не всегда коррелирует со сходством путей метаболизма микроорганизмов. Поэтому для максимально достоверной реконструкции последнего необходимо не только установить состав сообщества, но и «прочитать» весь массив генетической информации, т.е. определить нуклеотидные последовательности всего «метагенома», а затем идентифицировать гены и проанализировать их возможные функции. Решение этой задачи до последнего времени могло быть реализовано лишь в немногих крупных научных центрах и требовало больших финансовых затрат. Разработка новых технологий геномного секвенирования, сопровождающаяся повышением производительности и снижением стоимости, расширяет возможности проведения таких исследований.

Работы поддержаны Минобрнауки РФ (контракты П1049 и 02.740.11.0765) и грантами РФФИ 08-04-01273 и 11-04-00671.

*Метаногены — микроорганизмы, образующие метан; относятся к археям (прим. авт.).

УРАЛЬСКИЕ НОУ-ХАУ ДЛЯ КОСМОСА



Разработки уральских ученых, связанные с космосом, оказались в фокусе внимания весенней сессии Общего собрания УрО РАН, прошедшей вскоре после Дня космонавтики 12 апреля 2011 г., когда весь мир отмечал 50-летие первого полета человека в околоземное пространство. Об этом сообщили в газете «Наука Урала» журналисты Евгения Изварина, Андрей и Елена Понизовкины. Как под-

черкнул во вступительном слове председатель УрО академик Валерий Чарушин, исследователи региона активно сотрудничают с Федеральным космическим агентством, а их важнейшие партнеры — Государственный ракетный центр им. В.П. Макеева (г. Миасс

Космический аппарат «Компас» на орбите.

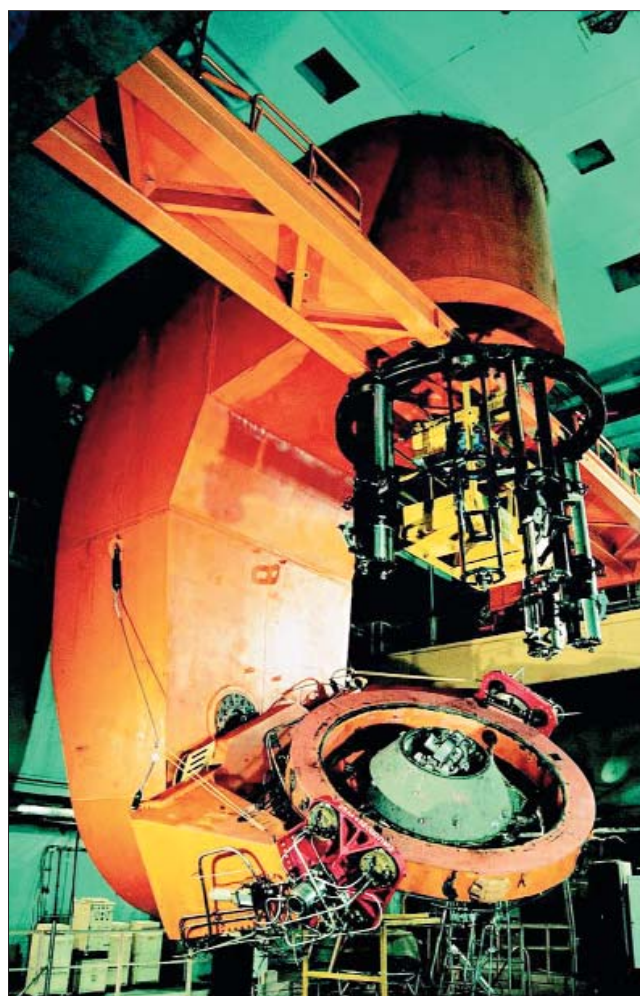
**Комплексный стенд
Государственного ракетного центра
им. В.П. Макеева для моделирования
полета и старта летательных аппаратов
в условиях, приближенных к реальным.**

Челябинской области), Научно-производственное объединение автоматики им. Н.А. Семихатова (г. Екатеринбург), Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (Москва) и Центральный научно-исследовательский институт машиностроения (г. Королев Московской области). В целом на космос здесь «работают» академические заведения математического, физического, химического, геологического профиля и даже Институт экологии растений и животных (г. Екатеринбург), где изучают последствия падения отделяющихся частей ракет-носителей на территории Свердловской области. Не случайно на собрании его директору академику Владимиру Большакову вручили почетную медаль Федерации космонавтики РФ.

Государственный ракетный центр, носящий имя основателя академика Виктора Макеева, ближайшего соратника Сергея Королева*, ключевой фигуры в отечественной космонавтике, — ведущее предприятие страны по разработке ракет, запускаемых с моря. Первый в мире старт такой техники с подводной лодки, обеспеченный ОКБ-1 Королева, состоялся 6 сентября 1955 г., задолго до полета первого космонавта Юрия Гагарина, а с 1956 г. эти задачи были переданы в специальное конструкторское бюро, ставшее прообразом нынешнего макеевского центра.

В 1960-х годах здесь сложилась крепкая научная школа отечественного морского ракетостроения, у истоков которой, кроме Королева и Макеева, стояли выдающиеся конструкторы Алексей Исаев, Николай Семихатов, Евгений Забабахин (последние двое впоследствии академики). Более чем за полвека на предприятии создали и передали в эксплуатацию отечественному Военно-морскому флоту три поколения ракетных комплексов, причем в каждом последующем использовали принципиально новые технические решения**.

Выступивший на упомянутой сессии главный ученый секретарь центра кандидат технических наук Сергей Калашников сделал акцент на новейших достижениях коллектива. Речь, в частности, шла о переоборудовании стратегических баллистических аппаратов в ракеты-носители «Волна» и «Штиль» для мирных запусков различного назначения. Не так давно, в 2006 г., в космос стартовал малогабаритный спутник «Компас» в интересах Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН (г. Троицк Московской области). С его помощью ученые будут наблюдать за зонами повышен-



ной сейсмической активности и предсказывать землетрясения, изучать физические параметры ближнего космоса. Сейчас в центре создают новый аппарат высокого разрешения для дистанционного зондирования Земли: он будет контролировать экологическое состояние территорий, определять районы, перспективные в промышленном освоении.

Макеевцы предложили уникальный авиационный ракетный комплекс «Воздушный старт», предназначенный для доставки полезных грузов на околоземные орбиты. Двухступенчатая ракета с разгонным блоком, размещаемая в транспортно-пусковом контейнере самолета АН-124 «Руслан», обеспечивает запуск аппарата массой до 3900 кг на низкую орбиту, 1500 кг — на геопереходную и 650 кг — на геостационарную. Поскольку «Руслан» может осуществлять беспересадочные полеты на расстояние до 4500 км, то он позволяет производить запуски из заданных районов в широком диапазоне высот и наклонений орбит без строительства дорогостоящих наземных сооружений. При этом за счет старта в разряженных слоях атмосферы и добавочной скорости самолета ракета выводит в космос на 30-40% больше полез-

*См.: Н. Королева. Имя его и космос — неразделимы. — Наука в России, 2007, № 1 (прим. ред.).

**См.: Т. Алферов, А. Родионов. Здесь зарождалась морская мощь России. — Наука в России, 2001, № 6; Т. Алферов и др. Главная ударная сила российского флота. — Наука в России, 2006, № 1 (прим. ред.).



Ракета-носитель «Союз-2».

го груза, чем при пуске с Земли, используя экологически чистое топливо — жидкий кислород и керосин.

Для наземного базирования здесь сконструировали ракету-носитель «Россиянка» с многоразовой первой ступенью, экономически более эффективной, чем предыдущие модели. Бортовая аппаратура обеспечивает ее возвращение с безударной посадкой на оборудованную площадку 50х50 м, удаленную от точки старта ракеты на расстояние 3–5 км. Высокую точность гарантируют спутниковая навигационная система ГЛОНАСС*, а также дополнительные навигационные приборы.

Кроме того, с 2008 г., подчеркнул докладчик, центр стал головным разработчиком первой ступени ракеты-носителя «Русь-М» для запуска пилотируемых транспортных кораблей нового поколения с космодрома «Восточный», строящегося на Дальнем Востоке в Амурской области.

Важно, что в реализации проектов, заключил Калашников, предприятие взаимодействует с институтами УрО РАН, европейскими научными центрами, а также с Южно-Африканской Республикой и Бразилией.

Заместитель генерального директора Научно-производственного объединения автоматики им. Н.А. Семихатова кандидат технических наук Лев Бельский ос-

таивался на особенностях разработки и построения новой системы управления ракетой-носителем «Союз-2». Представляемое им предприятие и ранее обеспечивало данным компонентом значительную часть советских космических аппаратов. Его история началась с изготовления кварцевого резонатора для радиопередатчика, установленного на первом искусственном спутнике Земли (1957 г.). Дальнейшее развитие объединения связано с именем академика Николая Семихатова, других блестящих инженеров и ученых.

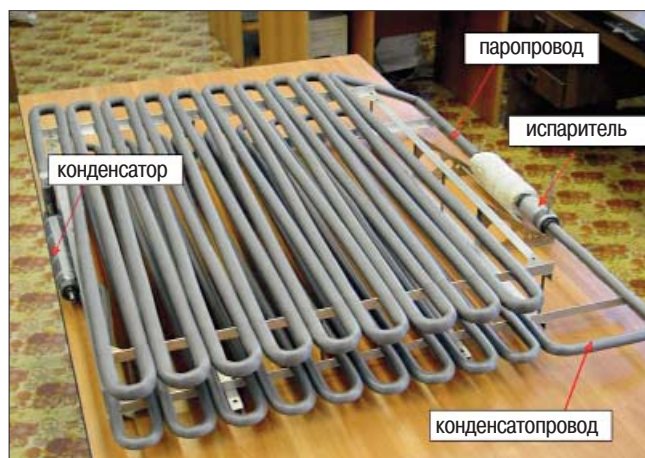
Бельский подчеркнул: в ходе создания бортовой аппаратуры для «Союза-2» пришлось решать нетривиальные задачи. Оказывается, до недавнего времени нашими космическими полетами управляли с помощью аналоговых систем, сконструированных в середине прошлого века, и лишь недавно перешли на современные, цифровые. Екатеринбургское объединение при участии коллег из УрО РАН достигло на этом пути результатов мирового уровня. Здесь предложили усовершенствованную схему размещения звеньев системы управления (важно до предела сократить массу приборов, расположенных на последней ступени), модернизировали процессы стабилизации, чтобы в полете корпус как можно меньше изгибался под действием «парусности» массивного головного обтекателя. На счету «Союза-2» уже 10 испытательных пусков, в том числе 9 — для запуска на околоземную орбиту космических аппаратов.

В качестве иллюстрации к докладу Бельский показал видеофрагмент подготовки ракеты к старту и ее запуск с космодрома Байконур (Республика Казахстан) — во всех процессах задействованы новейшие системы управления. Аппаратуру, созданную специалистами Научно-производственного объединения автоматики, используют также на Государственном испытательном космодроме Плесецк, расположенном в 180 км к югу от г. Архангельск, и в космическом центре Куру, находящемся на северо-востоке Южной Америки, во Французской Гвиане.

Кстати, предприятие успешно решает и экологические проблемы: теперь в зонах падения отработавших ступеней на землю падает «сухое железо», без остатков компонентов топлива. Причем благодаря разработкам объединения площадь этих участков сократилась до 10–15 км².

Доктор технических наук Юрий Майданик из Института теплофизики (г. Екатеринбург), как следовало из обзора, рассказал об использовании разработок коллектива — контурных тепловых труб — в космической технике. Принцип действия этих высокоэффективных теплопередающих устройств, представляющих собой закупоренные полые трубки, изнутри покрытые своеобразными «капиллярами», был открыт в 60-х годах XX в. в США, в Лос-Аламосской национальной лаборатории. Конструктивной простотой, удобством в эксплуатации они сразу привлекли внимание «космических» специалистов. Однако вскоре выяснилось: их теплопередающая спо-

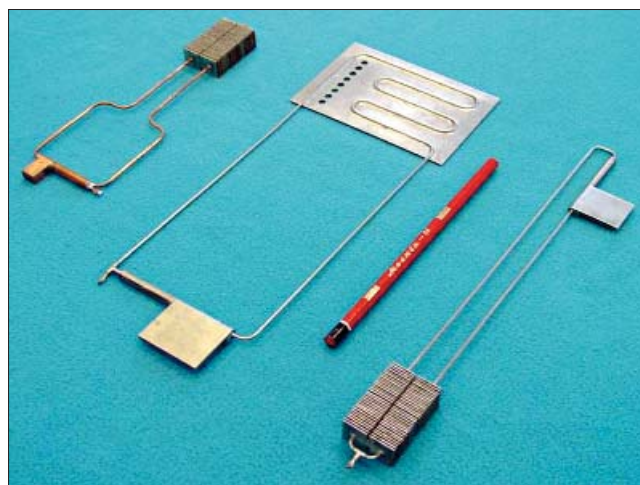
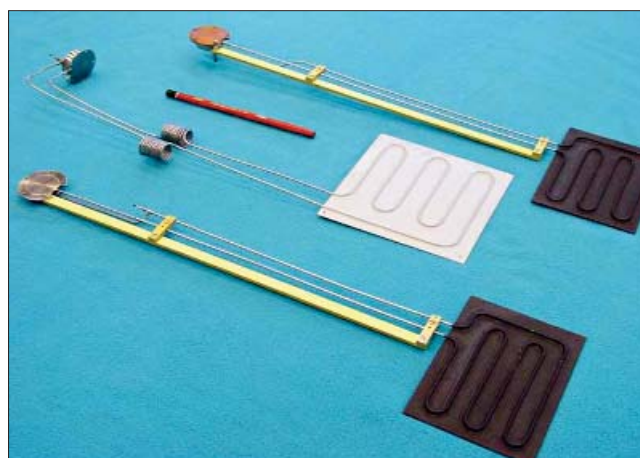
*См.: Ю. Носенко и др. ГЛОНАСС сегодня и завтра. — Наука в России, 2008, № 5 (прим. ред.).



Аммиачная контурная тепловая труба
(длина 20 м, мощность 1,7 кВт).

Контурная тепловая труба
с дискообразным испарителем
(диаметр 30 мм).

Миниатюрные контурные
тепловые трубы.



способность резко уменьшается при наклонах в гравитационном поле, действующем в ходе наземных испытаний. Снять эту проблему пытались многие зарубежные и отечественные ученые, но лучших результатов добились свердловские и екатеринбургские физики. Они предложили контурные тепловые трубы, «капиллярная» структура которых не распределяется по всей длине, а концентрируется в одном или нескольких местах — так называемых испарителях, что открывает возможность их использования в экстремальных условиях.

В лаборатории Института теплофизики, которой заведует Майданик, создали герметичные теплопередающие устройства со сверхнизким термическим сопротивлением, работающие по замкнутому испарительно-конденсационному циклу с привлечением «капиллярного механизма» для прокачки теплоносителя. Они способны передавать тепловые потоки от нескольких ватт до киловатт при различной ориентации в гравитационном поле и невесомости без привлечения каких-либо дополнительных источников энергии.

Новую технологию активно используют в Научно-производственном объединении им. С.А. Лавочкина (г. Химки Московской области), где создают аэро-

космическую технику. Например, она лежит в основе терморегулирующей системы отечественной автоматической станции «Фобос-Грунт», стартующей в ноябре 2011 г. к Марсу.

К числу новейших разработок лаборатории, подчеркнул докладчик, относятся миниатюрные контурные тепловые трубы для охлаждения высокоскоростных стационарных и переносных компьютеров. Их ежегодное производство в мире достигает 200 млн штук. Уральские ученые, осуществляющие широкие и взаимовыгодные международные контакты с научно-исследовательскими организациями США, Европы, Китая, Южной Кореи и Тайваня, намерены выйти и на этот рынок.

Понизовкин А., Изварина Е., Понизовкина Е.
Притяжение космоса. — «Наука Урала», 2011, №10

*Иллюстрации с сайтов
Государственного ракетного центра им. В.П. Макеева,
Научно-производственного объединения автоматики
им. Н.А. Семихатова и Института теплофизики УрО РАН*

Материал подготовила М. ХАЛИЗЕВА

ПРОТОННЫЙ ПУЧОК ВМЕСТО СКАЛЬПЕЛЯ

Марина ХАЛИЗЕВА, журналист

**Специалисты Физико-технического центра
(г. Протвино Московской области)
Физического института им. П.Н. Лебедева (ФИАН) РАН
под руководством члена-корреспондента РАН Владимира Балакина
создали принципиально новую установку для облучения
злокачественных опухолей протонами.
Отличающаяся высокой эффективностью,
она в десятки раз компактнее и экономичнее ныне существующих.
В ближайшее время на ней завершатся эксперименты
с лабораторными животными, а в конце 2011 – начале 2012 г.
начнутся клинические испытания.**

Заметим, это не первая проверка на продуктивность и точность интереснейшего проекта группы московских ученых. Протонно-терапевтический центр с установкой Балакина действует в Протвине при городской больнице с 2007 г. С этого времени здесь и проводят эксперименты физики, работающие в тесном контакте с биологами и медиками. Суть их — в искусственном создании злокачественных образований в задней лапке мышей и дальнейшим проведении сеансов протонной терапии. В итоге все подопытные животные получали 100%-ное излечение. Примечательно и другое: самцы, подвергавшиеся испытаниям, после лечебных процедур сохраняли потенцию и вскоре производили нормальное потомство. Между тем именно репродуктивная система, как утверждает старший научный сотрудник Института экспериментальной биофизики (г. Пущино, Московская область) Елена Смирнова, участвовавшая в работе, особенно чувствительна к облучению, но энергия пучка протонов не губит ее. Ученых удивила и филигранная точность попадания луча в опухоль: расстояние между лапкой и половыми орга-

нами мыши не превышает нескольких миллиметров, тем не менее он бил прямо в цель. На заключительном этапе биологического эксперимента мышей поместят в манекены, чтобы имитировать расположение опухоли у человека и проверить эффективность воздействия на нее протонной радиации.

Следует отметить, лучевая терапия уже давно признана мировым медицинским сообществом результативным методом борьбы с онкологическими заболеваниями. Впервые ее применил в 1896 г. американский врач из Чикаго (штат Иллинойс) Эмиль Грабб, облучивший 55-летнюю пациентку, страдавшую раком молочной железы. Это произошло всего через несколько месяцев после открытия немецким физиком Вильгельмом Рентгеном (1845-1923) X-лучей, названных впоследствии именем изобретателя. В дальнейшем стали использовать и другие типы ионизирующей радиации: гамма-, бета- и нейтронное излучение, продуцируемое электронными ускорителями. Последние нашли широкое применение при лечении большинства новообразований и являются, по словам Балакина, выступившего 30 марта 2011 г. в



Протонная терапевтическая установка, созданная под руководством члена-корреспондента РАН Владимира Балакина.

пресс-центре газеты «Известия» (Москва) с презентацией проекта, «самым индустриальным методом». Однако эффективность их использования в лучевой терапии не превышает 50%.

Иное дело облучение протонами. Эти частицы, как пояснил ученый, меньше рассеиваются в организме и практически всю энергию выделяют в конце пробега. Его длина зависит от скорости, приобретенной в ускорителе. Если подогнать ее под локализацию опухоли, то можно целенаправленно поражать злокачественные клетки с минимальным воздействием на здоровые. Протонную терапию практикуют уже полвека около 10 медицинских центров в мире, в том числе российские в Дубне, Москве и Санкт-Петербурге, имеющие соответствующие установки. Всего же за прошедшие десятилетия лечение ускоренными пучками получили ~70 тыс. пациентов. Однако несмотря на оптимистичные показатели (до 90% излечения от рака), метод до сих пор остается затратным из-за высокой стоимости и громоздкости техники. «Медицинские ускорители протонов, — говорит изобретатель, — это, по сути, монстры, занимающие многоэтажные здания, нуждающиеся в собственных электростанциях, мощных холодильниках и других технических средствах. Мы же предложили комплекс, значительно опережающий по техническим и эксплуатационным характеристикам мировые аналоги».

Здесь необходимо сделать небольшое отступление. Прогрессивный метод лечения раковых заболеваний привлек внимание Балакина еще в 1970-х годах, когда он работал в Институте ядерной физики СО РАН вместе с академиком Гершем Будкером (1918-1977). В середине 1990-х годов исследователь переехал в Протвино, где возглавил специальное подразделение ФИАНа — Физико-технический центр. От своего учителя он унаследовал глубокое и тонкое понимание предмета, смелое и оригинальное мышление, не-

обыкновенную научную интуицию. Вице-президент РАН, директор ФИАНа академик Геннадий Месяц не скупился на слова: «Окажись Будкер жив, он бы и сейчас его поддерживал. Володя — это самородок, с мощной фундаментальной подготовкой и особым, заточенным на изобретательство, складом ума». Эти качества и помогли ему создать протонно-терапевтическую установку нового поколения. В 2008 г. его проект получил премию «Лауреат года» в номинации «Лучшая научно-техническая разработка» от правительства Московской области. Создание же самого комплекса вошло в программу социально-экономического развития Протвина.

В чем особенность балакинского ускорителя? В компактности: все устройство умещается в зале 50х50 м. В минимальной затратности по потреблению электричества: этим приборам нужно в разы меньше энергии для производства протонов. В интеллектуальной «начинке»: все процессы здесь максимально компьютеризированы, потому обслуживать технику может один сотрудник в смену! В дешевизне: стоит она в 10-15 раз меньше зарубежных аналогов. Все это конечно важные, но недостаточные условия для спасения сотен тысяч человеческих жизней.

Самый главный «козырь» Балакина и его коллег — новаторская технология облучения, разработанная в кооперации с Медицинским радиологическим научным центром РАМН (г. Обнинск Московской области) и существенно расширяющая возможности протонной радиации по сравнению с традиционными методами. Результативность борьбы с онкологическими заболеваниями при лучевой терапии, утверждает ученый, резко возрастает, если увеличить суммарную дозу в опухоли. Электронные ускорители не дают возможность поднять ее, потому что здоровая ткань значительно пострадает. Однако и применяющиеся до сих пор громоздкие излучатели также не



В Протвино на комплексе протонно-лучевой терапии идут предклинические испытания на лабораторных животных.

решают проблему: в них используют так называемые коллиматоры — устройства для фокусировки лучей, весьма тяжелые по весу. Изготавливают их индивидуально для каждого пациента с учетом местоположения и конфигурации разросшейся ткани. Больного перед сеансом укладывают так, чтобы раковая область находилась точно напротив входного отверстия данного приспособления (иногда на это уходит до 20 мин), и только после дают выход широкому пучку частиц. На патологическое образование попадает часть из них, прошедшая через отверстие. «Ясно, что на каждого пациента много коллиматоров не сделаешь — один-два, — говорит Балакин, — а потому и опухоль облучают лишь с этих двух направлений. Однократную дозу тоже не сделаешь большой — неизбежно пострадают соседние здоровые ткани. Вот и приходится растягивать процесс лечения на месяцы-полтора».

Протвинский ускоритель ведет облучение с 36 направлений. Причем алгоритм их прохождения разработан так, что только злокачественные клетки получают смертельную дозу, а не затронутые канцерогенезом продолжают жизненный цикл. Как следствие — сокращаются сроки пребывания больного в стационаре и увеличивается эффективность его лечения: опухоль просто не успевает восстановиться. Кстати, принципы работы протонного ускорителя — ноу-хау изобретателей, они защищены 31 международным патентом.

По расчетам Балакина, установка способна обслуживать до тысячи пациентов в год на начальном этапе, а в последующем, по мере освоения методик, ее производительность может возрасти до 2 тыс.

Но развернуть проект до нужных масштабов пока не удается. Сейчас в Димитровграде (Ульяновская область) строят высокотехнологичный медицинский центр (общий объем финансирования — 13,9 млрд руб.)

на 4 протонных ускорителя: три — общего применения и один — для лечения глазных опухолей. Однако, по словам директора Федерального медико-биологического агентства Владимира Уйбы, закупят их за рубежом. На продвижение отечественных технологий в этой области средств не нашлось, хотя задача эта стоит в планах госкорпорации «Росатом». «Мы много шумим о модернизации, — заметил Геннадий Месяц, давший в 2010 г. интервью «Российской газете», — но при этом не видим или не хотим видеть того, что у нас уже есть. Обращаемся в высшие инстанции, чтобы помогли, заметили, поддержали. Но не находим отклика — нет пророка в своем отечестве. Между тем две установки Балакина уже смонтированы за границей. Одна — в США, в самом центре хайтека — Массачусетском технологическом институте (работает пока в демонстрационном режиме, но доступна ученым и практикующим врачам, изучающим характеристики и условия возможной закупки), другая — в Словакии (г. Ружомберок)».

Заинтересованность в компактных установках проявил и Китай. Деловые люди Поднебесной быстро оценили эффективность нашего ускорителя, его низкую по сравнению с другими стоимость, большую пропускную способность, а потому предполагают закупить сразу несколько излучателей, чтобы установить их не в крупных медицинских центрах, а в обычных больницах.

В России функционируют только два таких комплекса. Вслед за протвинской клиникой еще один разместили в 2010 г. в больнице Пушкинского научного центра РАН. Однако там пока нет достаточного числа ученых и врачей онкологического профиля. Поэтому средоточием научных исследований в сфере протонной лучевой терапии по-прежнему остается Протвино. Руководит ими академик РАМН Анатолий Цыб*, свыше 30 лет возглавляющий Медицинский радиологический научный центр в Обнинске и имеющий богатый опыт «взаимодействия» с ионизирующим излучением. Высококвалифицированные специалисты этого учреждения, работающие в тесной связке с физиками, медиками и биологами, уверены в успешном завершении экспериментов на лабораторных животных. Первых же пациентов на мобильной установке ожидают не ранее следующего года. Несмотря на очевидность лечебного эффекта энергии протонов, речь пока идет только о клинических испытаниях.

*См.: А. Конопляников, М. Каплан, А. Цыб. Реалии и перспективы клеточной терапии. — Наука в России, 2008, № 2 (прим. ред.).

РОССИЙСКИЙ СПРОС НА ШВЕЙЦАРСКОЕ КАЧЕСТВО



Марина ПОПОВА, журналист

В 2011 г. исполнился год как российская Группа компаний «Ренова», владеющая и управляющая активами в металлургической, нефтяной, машиностроительной, горнодобывающей промышленности, энергетике, телекоммуникациях, нанотехнологиях, и швейцарский концерн Oerlikon Balzers – мировой лидер в сфере прогрессивных технологий обработки поверхностей – открыли первый в нашей стране Центр по нанесению наноструктурированных покрытий в подмосковной Электростали. Он стал 89-м в глобальной сети объединения, предоставляющего услуги соответствующим предприятиям США, Южной Америки, Европы, Азиатского региона в области упрочнения металлорежущих инструментов и штамповочно-формовочной оснастки.

*Здание Центра наноструктурированных покрытий Oerlikon Balzers
в г. Электросталь Московской области.*



Просторное, светлое и чистое помещение центра разделено на несколько рабочих зон.

Место «прописки» высокотехнологичного объекта, распространяющего на отечественный рынок новейшие инженерные технологии, выбрано не случайно. Электросталь — город с традиционно мощным экономическим потенциалом, который формируют сразу несколько градообразующих предприятий. Среди них — ОАО «Машиностроительный завод» — ведущий мировой производитель ядерного топлива для атомных электростанций, исследовательских реакторов и энергетических установок морского флота, металлургический завод «Электросталь» — поставщик высококачественных сплавов для машиностроительной, химической отраслей, реактивной авиации и космических аппаратов, Электростальский завод тяжелого машиностроения, специализирующийся на выпуске оборудования для металлургических, сортопрокатных и трубных цехов, горнодобывающей и цементной промышленности. Рядом с гигантами развивается частный бизнес. Достаточно сказать, что в городе действуют свыше 30 организаций с иностранным капиталом, что, безусловно, говорит о его инвестиционной привлекательности. Центр Oerlikon Balzers — не исключение в этом ряду.

Отметим, эксплуатационные свойства используемого инструмента и деталей определяются состоянием их поверхностного слоя: именно он подвергается наиболее сильному механическому, тепловому и другим воздействиям. А традиционные, химические, способы их упрочнения исчерпали себя. Сейчас промышленность делает ставку на физические, интегрированные технологии защиты материала, позволяющие получать поверхности, уникальные по геометрическому облику, композиционному сочетанию веществ, морфологии и свойствам. В этом смысле большой научный и практический интерес представляют процессы, основанные на формировании пленочных структур из плазмы упрочняющего материала, в частности, так называемый PVD-метод (от англ.

physical vapour deposition) — катодно-дуговое осаждение. Речь идет о создании в условиях вакуума на поверхности деталей, инструментов и оборудования тонких композитных пленок, получаемых путем конденсации пара наносимых материалов (например, титана, алюминия, вольфрама, молибдена, железа, никеля, меди, графита, хрома и их сплавов) для создания износостойких, коррозионно-, эрозияустойчивых, антифрикционных (обладающих низким коэффициентом трения) покрытий.

PVD-технология, взятая «на вооружение» Oerlikon Balzers, была экспортирована свыше 50 лет тому назад из Советского Союза. Ее авторы — ученые Харьковского физико-технического института АН УССР, входящего ныне в структуру Национальной академии наук Украины. В конце 1960-х годов они начали изучать процессы модифицирования поверхности ускоренными потоками металлической плазмы путем вакуумно-дугового разряда и уже в начале 1970-х адаптировали их к условиям промышленного производства, создав первые образцы промышленных установок «Булат». Именно эти устройства дали название и самому методу, и процессу нанесения покрытий. Он-то, как выяснилось позже, в XXI в., стал едва ли не первой в мире работающей нанотехнологией поверхностного упрочнения металлоизделий. Установка, давшая мощный толчок развитию инструментального производства, была защищена пятью зарубежными патентами в США, Великобритании, Франции, ФРГ, Японии, Италии.

Однако в декабре 1979 г. советское правительство сделало беспрецедентный по открытости шаг: подписало лицензионное соглашение, согласно которому американской фирме Multi Arc Vacuum Systems (MAVS) была передана технология осаждения покрытий TiN (нитрид титана) на инструменты из быстрорежущих сталей и пилотный образец установки «Булат-3». Используя приобретенное право, MAVS открыла сеть дочерних фирм более чем в 40 странах

Зона очистки инструмента.



Кассеты для инструмента.

Североамериканского, Европейского и Азиатского континентов. Наиболее результативно в этой области работала компания Oerlikon Balzers (г. Бальцерс, Лихтенштейн), входящая в мощную корпорацию, развивающую наряду с упрочняющими технологиями и другие направления: солнечную энергетику, автомобильные системы, оптические и космические компоненты.

Как утверждал в мае 2011 г. в интервью интернет-порталу сообщества ТЭК генеральный директор Oerlikon Balzers Rus Виталий Казакевич, «в начале 1990-х годов PVD-установки швейцарцев разительно отличались по техническим характеристикам от прототипа — российского «Булата». К тому же представляли собой уже не экспериментальное, а серийное промышленное оборудование, оснащенное автоматикой, четкими регламентами и ноу-хау, т.е. это был полностью проработанный коммерческий продукт, широко представленный на мировом рынке и обеспечивающий покрытия для самых разнообразных

применений». Одним словом, отечественная технология благодаря «Ренове» и концерну Oerlikon вернулась в Россию, но уже в модернизированном виде.

Швейцарцы привезли в Электросталь не просто оборудование, а знания и уникальный опыт продвижения продукта к потребителю: компания, общий оборот которой за первую половину 2010 г. составил 201 млн франков, занимает 35% мирового рынка нанесения покрытий на инструмент, который используют в автомобилестроении, судостроении, производстве авиадвигателей, транспортной и сельскохозяйственной технике, энергетическом машиностроении, электронике и информационных технологиях. Главные ее заказчики — AUDI, SKF, Sandvik (Швеция), Siemens, Braun, Bosch (Германия), ABB (Швейцария-Швейцария) — работают именно в этих областях. Особый спрос у них на фирменный продукт — покрытие BALINIT® для различных видов режущего инструмента, в частности, фрезерного. Оно повышает его износостойкость в 5-10 раз и увеличивает



Установка для нанесения покрытия.
Через эту дверь загружается
«карусель» с инструментом.



Здесь рождаются нанотехнологии.

производительность оборудования, вдвое снижая затраты на его приобретение.

Электростальский центр, развивающий пока только упрочнение инструментов и оснастки (детали и компоненты машин в перспективе), как и другие его «собратья», работает по единому технологическому и организационному стандарту. Каждая партия сверел, резцов, фрез и т.д., согласно маршрутной карте, сначала проходит обязательный входной контроль и очистку, а затем поступает в загрузочную «карусель». Максимальный размер инструмента, на который наносят сверхпрочную пленку, должен уместиться в цилиндр диаметром до 700 мм и быть высотой не более 1 м. В это приспособление можно поместить примерно 3 т продукта. Далее карусель ставят в камеру «сепаратора», где и происходит искомый процесс: в условиях глубокого ваку-

ума включаются плазменные ускорители, а на инструмент и титановый катод подается высокое напряжение — идет бомбардировка первого пучками быстрых ионов для очищения поверхности. Затем напряжение снижается, и в камеру поступает сухой азот. Бушующая титановая плазма, соединяясь с азотом, образует на поверхности обрабатываемого предмета пленку из TiN толщиной 5–8 мкм, имеющую вид золотистой корочки. Это и есть «облицовочный» материал. Прочно прирастая к «телу» инструмента, он делает его необычайно стойким. Как утверждают специалисты, перед нитридно-титановым покрытием пасует даже корунд — один из самых твердых минералов на Земле.

В подмосковном центре за год его существования прошло свыше 100 тестовых испытаний изделий для аэрокосмических, автомобиле-, двигателестроитель-



**Зона контроля
нанесения покрытия.**

ных и других отечественных предприятий. «Результаты впечатляют, — отметил Казакевич. — Увеличение стойкости металлорежущего инструмента достигало 500% (!). Как итог — снижение затрат на инструмент в 3 раза».

Неудивительно, что на горизонте сразу появились коллективы, заинтересованные в том, чтобы улучшать технические и экономические показатели таким способом. Например, руководство концерна «Тракторные заводы» (г. Чебоксары, Чувашская Республика) — крупнейшего машиностроительного холдинга, выпускающего технику для горнодобывающей, нефтегазовой промышленности, энергетики, сельского хозяйства и железнодорожного транспорта, — после проведенных тестов решило использовать покрытия Oerlikon Balzers на своих 17 предприятиях в России, Германии, Дании и Австрии. Первым получит эту услугу третий в мире производитель тяжелой бульдозерно-рыхлительной и трубоукладочной техники завод «Промтрактор» в столице Чувашии.

Если здесь только приступили к оценке экономической эффективности внедрения технологии упрочнения, то в других местах ее уже почувствовали. На Коломенском заводе порошковой металлургии (г. Коломна Московской области) и «Нижегородских моторах» (г. Нижний Новгород), входящих в Группу «ГАЗ», нанесение наноструктурированной пленки позволило повысить ресурс оснастки более чем в 2,5 раза. Магнитогорский метизно-калибровочный завод (Челябинская область) благодаря использованию износостойкого покрытия Oerlikon Balzers на металлорежущем инструменте и штамповочно-формочной оснастке добился значительного снижения затрат на единицу выпускаемой продукции, что обеспечило ему преимущество на российском рынке.

Центр может удовлетворить практически любой заказ потребителя, даже если он будет сформирован из одной позиции. Срок его исполнения в настоящее время — 5 суток, к концу года он должен сократиться до 48 ч. Столь высокие скорости объясняются максимальной унификацией услуг. Компания предлагает по всему миру свыше 20 типов покрытий BALINIT® для инструмента. Получить конкретный продукт, а точнее «рецептуру» нанесения пленки, можно в режиме online — здесь и сейчас, поскольку персонал использует общую для всех центров базу. Даже нестандартный заказ будет выполнен, причем точно в срок.

«К нам обратился потребитель с просьбой нанести упрочняющее покрытие на матрицы для экструзии алюминиевого профиля, — рассказал директор по производству Центра Oerlikon Balzers в Электростали Станислав Ломаченко в ходе пресс-тура для российских и иностранных журналистов 5 апреля 2011 г. — В стандартном пакете наших предложений такого решения не было. Но я сделал запрос в штаб-квартиру компании в Бальцерсе, а копии направил во все регионы присутствия фирмы. На следующий день получил готовый рецепт технологического процесса на упрочнение этой оснастки из Бразилии».

В России темпы роста рынка инновационных технологий пока невысоки. И тем не менее интерес к услугам Oerlikon Balzers, по словам Ломаченко, растет на 50-70% в месяц. Сейчас здесь изучают вопрос об открытии новых предприятий в наших регионах.

*Иллюстрации
с информационно-аналитического портала
RusNanoNet.ru*

ЛИТИЙ ДЛЯ ТЕХНИКИ XXI ВЕКА

Литий (Li) — самый легкий из металлов. Стратегически важными областями его применения были и остаются ядерная энергетика и военная техника. Изотоп ${}^6\text{Li}$ — единственный промышленный источник для производства трития, входящего в состав термоядерного заряда. Востребован литий и в авиационной промышленности. По данным металловеда академика Иосифа Фридляндера, создателя литий-магниевого сплава, которые вдвое легче алюминия при тех же механических свойствах, их внедрение существенно изменило бы соотношение между собственным весом летательного аппарата и полезной нагрузкой. В последнее время завоевали признание литиевые аккумуляторы различного назначения (бытовые батареи, устройства в космической технике, оборудование подводных лодок и электромобилей). Крупным потребителем этого металла является и промышленность, производящая специальные сорта стекла (например, для телевизионных кинескопов и рентгеновских трубок), спецкерамику, световоды. Соединения на его основе позволяют получить консистентные смазки многоцелевого назначения, сохраняющие свои свойства в широком интервале температур (от 0 до 1200°C). Он используется также для очистки воздуха на ряде объектов, в том числе подводных лодках и космических станциях.

За последние 10 лет потребление лития и его соединений возросло в мире в четыре раза, что заставляет производителей искать новые сырьевые источники и совершенствовать технологии получения этого металла из различных видов сырья. Однако Россия в настоящее время не выпускает соответствующие первичные продукты, а импортирует их. Но ситуацию можно изменить, утверждают ученые из Новосибирска доктор технических наук Наталья Коцупало, кандидат технических наук Александр Рябцев (закрытое акционерное общество «Экостар-Наутех»)

и академик Владимир Болдырев (Институт твердого тела и механохимии СО РАН) — их статья опубликована в газете «Наука в Сибири».

История отечественного литиевого производства началась в годы Великой Отечественной войны. Многие ученые академических институтов и высших учебных заведений из европейской части страны были эвакуированы в Новосибирск. Среди них был доктор технических наук Иван Лилеев — один из основоположников алюминиевого производства в СССР. Тогда он возглавил лабораторию легких металлов в Химико-металлургическом институте Западно-Сибирского филиала АН СССР (с 1964 г. Институт физико-химических основ переработки минерального сырья СО АН СССР, с 1980 г. Институт химии твердого тела и переработки минерального сырья СО АН СССР, с 1997 г. Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН). Здесь под его руководством были разработаны физико-химические основы технологии высокотемпературной переработки сподуменового* концентрата для получения литиевых соединений путем спекания с известняком. А первичным продуктом при реализованном подходе стал моногидрат гидроксида лития. Для повышения экономичности из отходов этого производства под руководством Александра Логвиненко (впоследствии доктор технических наук) создали технологию получения цемента, за что коллектив авторов во главе с Лилеевым был удостоен Сталинской премии, а научные основы и технология вскрытия сподуменового концентрата положены в основу проекта строительства первого в СССР предприятия по переработке литиевого горно-рудного сырья — Красноярского химико-металлургического завода. В середине 1950-х годов он вышел на проектную мощность.

*Сподумен — минерал подкласса цепочечных силикатов; сподуменовый концентрат — основное сырье для получения лития до 1990-х годов (прим. ред.).



Бассейн с исходным литийсодержащим рассолом.

В 1959–1962 гг. под руководством Лилеева коллективы упомянутого института и ленинградского Института химии силикатов АН СССР (ныне Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН) разработали и опробовали в промышленном масштабе более простой способ переработки необогащенной сподуменовой руды — конечным продуктом при этом оказывался двойной гидроксид алюминия и лития. Были предложены пути его использования для получения традиционных моногидрата гидроксида лития, алюминатов и металлического лития. К сожалению, до внедрения этой технологии в практику дело не дошло.

Позднее литиевую промышленность в нашей стране в связи с истощением собственной рудной базы пытались перевести на сырье, привозимое из Австралии. Но выяснилось, что этот вариант нерентабелен. Тогда технологические решения Лилеева попытались адаптировать к рудам горного Алтая. Однако разработка здешних месторождений также не позволяла получать конкурентоспособный Li.

В то же время за рубежом (США, Чили) для получения лития широким фронтом развернули освоение гидроминеральных источников. И гидрохимическая технология оказалась более экономически выгодной, экологически чистой по сравнению с термической. К тому же, как известно, в мировых запасах лития большая часть его содержится именно в гидроминеральном сырье (80%) и только 20% — в рудах.

Что касается СССР, литиевые рассолы были известны в основном на территории Дагестана. Но технологию их переработки путем испарения в бассейне после отделения попутных элементов (магния и кальция) эксперты признали нерентабельной.

В дальнейшем инициатором продолжения исследований по совершенствованию данного подхода выступило Министерство среднего машиностроения в лице куратора литиевой проблемы в СССР Юрия Остроушко. Он привлек к работам ведущие органи-

зации, занимающиеся этой тематикой, в том числе Институт химии твердого тела и переработки минерального сырья СО АН СССР. Осаждение лития из природных рассолов Дагестана осуществляли по аналогии с технологическим процессом, предложенным в свое время Лилеевым для извлечения Li из растворов, образующихся при термической переработке горно-рудного сырья на конечной стадии. Сибирские специалисты нашли способы осаждения двойных соединений алюминия-лития на твердом однофазовом сорбенте. Первичный продукт испытали в заводских условиях при электролизе алюминия на предприятиях Министерства цветной металлургии СССР и получили положительный результат. За счет экономии электроэнергии стоимость 1 т алюминия была существенно снижена.

С участием отраслевых институтов была предложена комплексная технология получения литиевых и магниевых продуктов, а также солей натрия, кальция, стронция, проверенная затем в том же Дагестане на опытных установках Южно-Сухокумского нефтяного месторождения. Ее положили в основу проектирования Дагестанского опытно-промышленного предприятия. Однако проект не реализовали из-за межведомственных разногласий его участников — трех союзных министерств: цветной металлургии, среднего машиностроения и химической промышленности; каждому из них требовался только один из продуктов, получаемых при реализации комплекса, нужды других их не интересовали.

Новым этапом в развитии технологии переработки гидроминерального сырья России стали работы по освоению рассолов хлоридного типа, обогащенных кальцием и магнием, которые сопутствуют, как правило, нефтяным и газовым месторождениям Восточной Сибири. Концентрация хлорида лития здесь выше, чем в Дагестане. Однако из-за очень высоких концентраций магния и кальция производство кар-



**Накопительный бассейн
литиевого концентрата.**

боната лития оказывается сложным и дорогим. Получение конкурентоспособных товарных продуктов из этого вида сырья многие годы считалось невозможным. Требовалось создать новый вариант технологического процесса.

Для селективной сорбции ионов лития из рассола Владимир Болдырев, тогда директор института, предложил использовать метод интеркалирования. Суть его в том, что в некоторые соединения, имеющие слоистую кристаллическую решетку, способны внедряться молекулы воды, катионы и анионы, присутствующие в растворе. Можно попытаться подобрать такое соединение, чтобы ширина щели между слоями была достаточна для вхождения в нее ионов с малыми размерами, не позволяя в то же время проникать туда более крупным катионам. Для этой цели было решено использовать слоистые алюмосодержащие соединения. В институте создали специальную лабораторию гидрохимических процессов под руководством Натальи Коцупало, большую помощь в ее организации оказал геолог-нефтяник академик Андрей Трофимук. К работе привлекли молодых ученых Виталия Исупова и Александра Немудрого (в настоящее время оба доктора химических наук). Их эксперименты подтвердили правильность предположения Болдырева.

Для развития технологий освоения нетрадиционных гидроминеральных сырьевых источников лития — рассолов хлоридного кальциевого и магниевого типов — в 1993 г. сформировали специализированную научно-производственную фирму ЗАО «Экостар-Наутех». Ее основу составили сотрудники Института химии твердого тела и переработки минерального сырья СО РАН и инженерно-технические работники организаций Минатома РФ в Новосибирске. Им уда-

лось создать гранулированный сорбент многоразового использования на основе хлорсодержащей разновидности двойного гидроксида алюминия, лития (ДГАЛ-СІ) и приступить к разработке промышленной технологии обогащения рассолов Сибирской платформы с целью получения литиевого концентрата. Оборудование для реализации этого подхода опробовали на пилотных установках. Одновременно отработывали технологию получения карбоната лития для химических источников тока, высокочистого безводного хлорида лития для производства металла и сплавов с его использованием.

Благодаря разработкам «Экостар-Наутех» уже в 1998 г. на базе рассолов Иркутской области удалось запланировать строительство опытно-промышленного предприятия с годовой производительностью 800 т моногидрата гидроксида лития. Причем предлагалось использовать его как испытательный полигон для отработки технологий и последующего создания соответствующего комплекса на близлежащем Ковыктинском газоконденсатном месторождении. Однако решение о переводе литиевой отрасли на импортный карбонат лития, принятое в начале 2000-х годов Министерством атомной промышленности РФ, помешало реализовать этот проект и по существу остановило освоение отечественного литиевого гидроминерального сырья.

Предложенная же «Экостар-Наутех» технология оказалась востребованной для переработки рассолов, распространенных в других странах Азиатского континента. Так, ныне ее реализовали в провинции Цинхай (КНР) с использованием литиеносных озерных рассолов хлоридного магниевого типа, распространенных в Китае. Проведена наработка крупной партии сорбента и демонстрация технологии сорб-



**Сорбционно-десорбционный модуль
для получения литиевого концентрата из рассола.**

ционного обогащения по литию в промышленном масштабе. Для этих целей по проекту «Экостар-Наутех» изготовлен и смонтирован сорбционно-десорбционный модуль. Для получения литиевого концентрата по результатам испытаний инвесторами проекта принято решение о строительстве предприятия по выпуску карбоната лития производительностью до 12 тыс. т в год.

Таким образом, полагают авторы статьи, открылась реальная возможность организации рентабельных промышленных производств литиевых продуктов как из рассолов хлоридного кальциевого (Россия), так и хлоридного магниевого (Китай) типа и расширения мировой сырьевой базы за счет вовлечения в оборот новых нетрадиционных источников гидроминерального сырья.

В интеграционном проекте СО РАН «Литий России» отмечено: кроме глубинных рассолов месторождений Иркутской области существуют и другие источники гидроминерального сырья. К ним относятся алмазные месторождения Республики Саха. По данным Института земной коры СО РАН (Иркутск) с дренажными рассолами кимберлитовой трубки «Удачная» ежедневно выносятся на поверхность до 900 кг Li. Используя их сорбционное обогащение можно иметь до 1500 т карбоната лития в год, причем исключается необходимость бурения скважин при добыче рассола. В проекте убедительно показано: получение указанного продукта из рассолов Сибирской платформы может конкурировать с мировыми производителями на Американском континенте. Экономическая оценка, выполненная ЗАО «Экостар-Наутех» и Институтом экономики и организации промышленного производства СО РАН*, свидетельствует: капитальные вложения на освоение рассолов значительно ниже, чем при переработке горно-рудного сырья, а прибыль от реализации выпускаемой про-

дукции в 1,5-2 раза выше, т.к. кроме карбоната лития, можно производить бром, соли магния и кальция, магнезиальные вяжущие материалы.

Под руководством члена-корреспондента РАН Николая Ляхова, руководителя проекта «Литий России», выполнен большой объем исследований по синтезу новых материалов с использованием карбоната лития, а также двойных соединений лития и алюминия, полученных из нетрадиционных источников сырья. В их числе синтез высокодисперсных алюминатов лития с помощью механической активации, создание твердотельных электрохимических ячеек с оксидными электродами, синтез катодных материалов, используемых в производстве аккумуляторных батарей. Особую актуальность этой проблеме придает подписанный в Пекине представителями корпорации «Роснано» и китайской компании Thunder Sky в 2010 г. пакет документов по созданию в Новосибирске первого в России производства литий-ионных аккумуляторов.

Результаты исследований, проводимых сибирскими учеными, показали широкие возможности использования нетрадиционных видов сырья для получения из них первичных литиевых продуктов. Это позволит разрабатывать инновационные технологии для создания литиевых материалов, широко применяемых в современной технике.

Коцупало Н., Рябцев А., Болдырев В. Роль сибирских ученых в создании литиевого производства. — «Наука в Сибири», 2011, № 14

Иллюстрации предоставлены ЗАО «Экостар-Наутех»

Материал подготовил Сергей МАКАРОВ

*См.: В. Кулешов и др. Сибирский форпост экономической науки. — Наука в России, 2007, № 4 (прим. ред.).

НА ПУТИ К УНИВЕРСАЛЬНОМУ ЗНАНИЮ

Доктор физико-математических наук Эдуард ТРОПП,
главный ученый секретарь
президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН

**В 2011 г. исполняется 300 лет со дня рождения
великого русского ученого-энциклопедиста,
создателя русского научного и литературного языка
Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765).**

«ГЛАВНЕЙШАЯ ЧАСТЬ НАТУРАЛЬНОЙ НАУКИ»

«Я должен отдать справедливость господину Ломоносову*, что он одарен самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических», — так писал в 1747 г., оценивая его успехи, один из крупнейших математиков, механиков, астрономов XVIII в., член Петербургской АН Леонард Эйлер. Сам Михаил Васильевич характеризовал физику как «главнейшую часть натуральной науки». Интерес к ней возник у него еще в студенческие годы и сохранялся на протяжении всей творческой деятельности.

*См.: Э. Карпеев. Гигант российского просвещения. — Наука в России, 2003, № 3 (прим. ред.).

В 1736 г. Ломоносова направили в Германию, в Марбургский университет (до этого он учился в московской Славяно-греко-латинской академии и петербургском Академическом университете) для овладения химией и горным делом. Здесь же, в 1738 г. у известного философа Христиана Вольфа (иностран- ный почетный член Петербургской АН с 1725 г.) он прослушал курс теоретической, а затем эксперимен- тальной физики, и не случайно первую научную ра- боту он написал на эту тему. Любопытен и такой факт: к рапорту студента из России, кроме физичес- кой диссертации, был приложен его перевод оды французского писателя середины XVII — начала



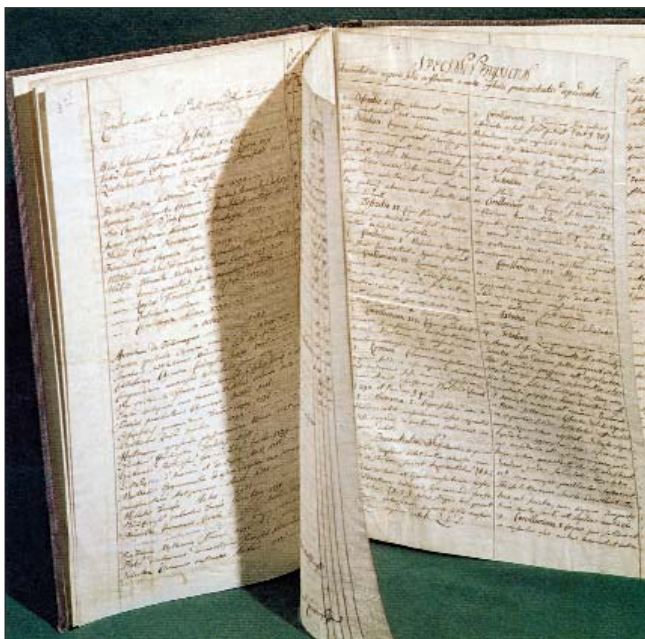
М. Ломоносов.
Неизвестный художник XVIII в.
(Музей М.В. Ломоносова, СПб).

XVIII в. Франсуа Фенелона (теорию стихосложения студент изучал в Марбурге самостоятельно). Так в душе великого помора началось соревнование между «физиком» и «лириком».

Пытливый юноша усвоил у Вольфа не только принцип «вольного философствования», но и целый ряд методологических и общенаучных идей. В их числе возможность аксиоматического построения физики по образцу геометрии Евклида. Ломоносов считал своего учителя автором «математического метода» в естествознании, хотя приоритет в аксиоматизации физики (не реализованной до сих пор) принадлежал крупному французскому ученому XVII в.

Рене Декарту. В 1756 г. в рабочих заметках по теории света и электричества Михаил Васильевич не без гордости вспоминал: «Сам создатель метода (Вольф. — Э.Т.) не раз одобрял мою твердость в нем. И старец удивлялся мне, тогда еще юноше». Не меньшее впечатление на марбургского студента производила систематичность профессора, широкая картина мира, представавшая в его «натуральной философии».

Последний термин требует комментария. В наше время в литературе употребляется его сокращенный вариант «натурфилософия», подразумевающий «философию природы, особенностью которой является преимущественно умозрительное истолкование при-



Первая известная студенческая работа Ломоносова «Работа по физике о превращении твердого тела в жидкое в зависимости от движения предшествующей жидкости». Рукопись Ломоносова. 1738. (Архив АН, СПб).

Паспорт, выданный Марбургским университетом Ломоносову 13 мая 1741 г.



роды, рассматриваемой в ее целостности». В XVII–XVIII вв. происходит выделение ряда отраслей естествознания (прежде всего механики и астрономии, а затем физики и химии) из натурфилософии, но последняя все же мыслится в тесном единстве с ними. Естествоиспытатели пытались избавиться от «умозрительности», однако «целостность» оставалась привлекательной, во всяком случае для тех, про кого сейчас сказали бы, что он «философски настроен». Среди них оказался и Ломоносов. Вдохновителем в данном случае был не Вольф, а замечательный анг-

лийский физик и химик Роберт Бойль (1627–1691), один из тех, кто возродил древнюю традицию атомизма. Его книги, с которыми русский студент познакомился в период обучения в Германии, произвели на него еще более грандиозное впечатление, чем лекции Вольфа. В тех же заметках 1756 г. читаем: «С тех пор, как я прочитал Бойля, овладело страстное желание исследовать мельчайшие частицы. О них я размышлял 18 лет». Амбициозный юноша не просто устремился вслед за «славным Робертом Бойлем», но поставил себе, скорее всего неосознанно, цель превзойти его.

Между тем, встав на путь создания «корпускулярной философии», т.е. объяснения явлений (говоря современным языком) физики конденсированного состояния на основе механики микрочастиц (по Ломоносову, «нечувствительных» частиц), избежать «умозрений» оказалось невозможно. Корпускулы (атомы, или «физические монады») были «ненаблюдаемы» и относительно них необходимо было выдвигать гипотезы. На первой же странице второй

студенческой диссертации Ломоносова обнаруживаем: «Корпускулы совершенно недоступны для зрения, поэтому свойства их и способ взаимного расположения должно исследовать при помощи рассуждения».

Через несколько лет, в черновых записях уже не студента, а адъюнкта физики та же мысль выражена намного эмоциональнее: «Сколько трудно полагать основания! Ведь [при этом] мы должны как бы одним взглядом охватывать совокупность всех вещей, чтобы нигде не встретилось противоречий. Срав-

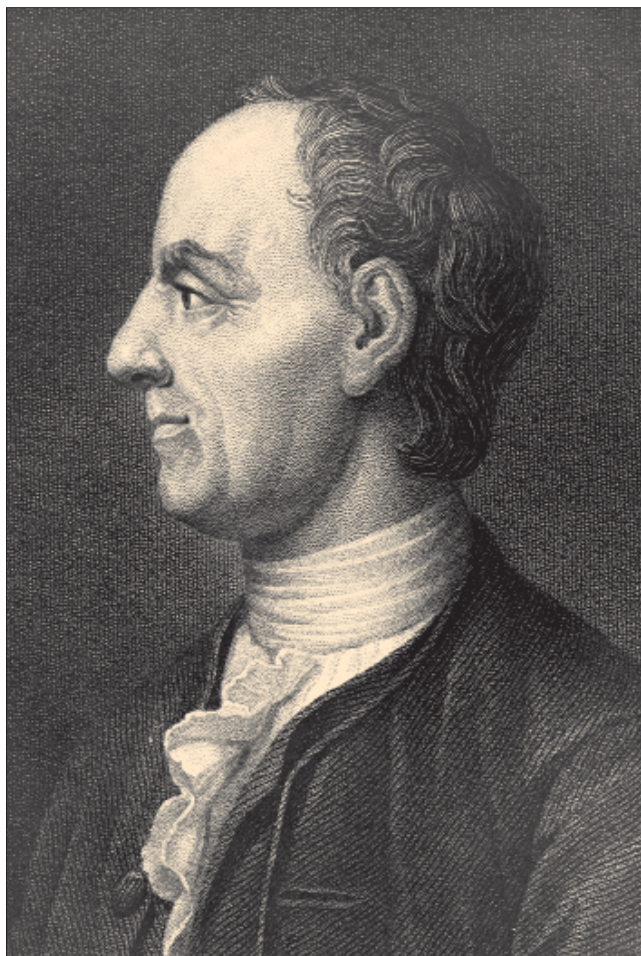
Академик Петербургской АН
Леонард Эйлер.

нить с делением и извлечением корней кубических и более высоких степеней». Отметив сложные отношения адъюнкта с математикой, продолжим цитату: «Я, однако, отваживаюсь здесь на это, опираясь на положение или изречение, что природа крепко держится своих законов и всюду одинакова». Этот методологический принцип, судя по ссылке в незаконченной работе «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», Ломоносов извлек из «Математических начал натуральной философии» Исаака Ньютона. На этом принципе основана теория тяготения великого английского ученого, одинаково применимая и к падению камней вблизи поверхности Земли, и к движению небесных тел.

Первой опубликованной работой Ломоносова по физике стал перевод книги его марбургского учителя. «Волфианская экспериментальная физика» (1746 г.) стала первым учебником по этой дисциплине на русском языке. С этим трудом связано и первое упоминание ученого в зарубежной научной литературе, относящееся к 1746 г. Основное значение его перевода заключалось в том, что он создал русскую научную терминологию в области физики, заложил основы русского научного языка.

Диссертация «Размышления о причине теплоты и холода» — одно из основных сочинений Ломоносова в области физики. В январе 1745 г. он прочитал ее на заседании Конференции Академии наук, после чего состоялось обсуждение. Аргументация, с помощью которой ответственность за теплоту автор возлагал на вращательное движение «нечувствительных» частиц (а поступательное и колебательное движения были от этой ответственности освобождены), показала критикам не вполне убедительной.

Приведем краткое изложение «Размышлений». Вначале на простых примерах автор демонстрирует, что «необходимо, чтобы достаточное основание теплоты заключалось в движении какой-то материи». Далее устанавливается, что «сие движение есть внутреннее, то есть в теплых и горячих телах движутся нечувствительные частицы, из которых состоят сами тела». Отвергнув поступательное и колебательное движения корпускул как причину теплоты, он с помощью метода исключения приходит к выводу: «теплота состоит во внутреннем вращательном движении <...> связанной материи». В качестве первого следствия этого утверждения Ломоносов приходит к заключению о том, что частицы материи представляют собой твердые шары: «Для нашего теплотворного движения самой подходящей является шарообразная форма корпускул материи, так как такие частицы могут взаимно касаться только в одной точке и не производят по отношению друг к другу почти никакого трения». В доказательство «авторской теории» предложены и истолкованы 14 свойств и перемен, которые теплота показывает». Среди них нагрев твердого тела трением и невозможность нагрева тре-



нием жидкости, уменьшение твердости при нагревании, плавление и испарение.

Ученый затрагивает и вопрос о тепловом расширении тел, но откладывает его рассмотрение, поскольку считает, что для его полного объяснения требуется связать явление теплоты с явлением упругости воздуха, «включенного в поры тела». Тут же содержится, на наш взгляд, самый яркий результат кинетической теории тепла Ломоносова: предсказание существования абсолютного холода: «Далее нельзя назвать такую большую скорость движения, чтобы мысленно нельзя было назвать другую, еще большую. Это по справедливости относится, конечно, и к теплотворному движению; поэтому невозможна высшая и последняя степень теплоты как движения. Наоборот, то же самое движение может настолько уменьшиться, что тело достигает, наконец, состояния совершенного покоя и никакое дальнейшее уменьшение движения невозможно». Автор поясняет: «высшей степени холода на нашем земноводном шаре не существует». Ученый опровергает современные ему взгляды на природу теплоты, связанные с гипотезой о теплотворной материи.

Если «взять за скобки» приписывание причины теплоты именно вращательному движению частиц



Барометр XVIII в. Деталь.
(Музей М.В.Ломоносова, СПб).



**Большая линза от «зажигательного инструмента»
Э. Чирнгаузена (1699 г.) из Физического кабинета
Петербургской АН. (Музей М.В.Ломоносова, СПб).**

материи, «ошибки», характерной для переходного этапа физики от натурфилософии к науке, то нельзя не отметить, что в этой работе автором выдвинута одна из первых в истории науки молекулярно-кинетическая теория тепловых процессов. Сам ученый высоко оценивал «Размышления». Составляя в 1764 г. «Обзор важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов», он поместил на первое место объяснение причин теплоты и холода.

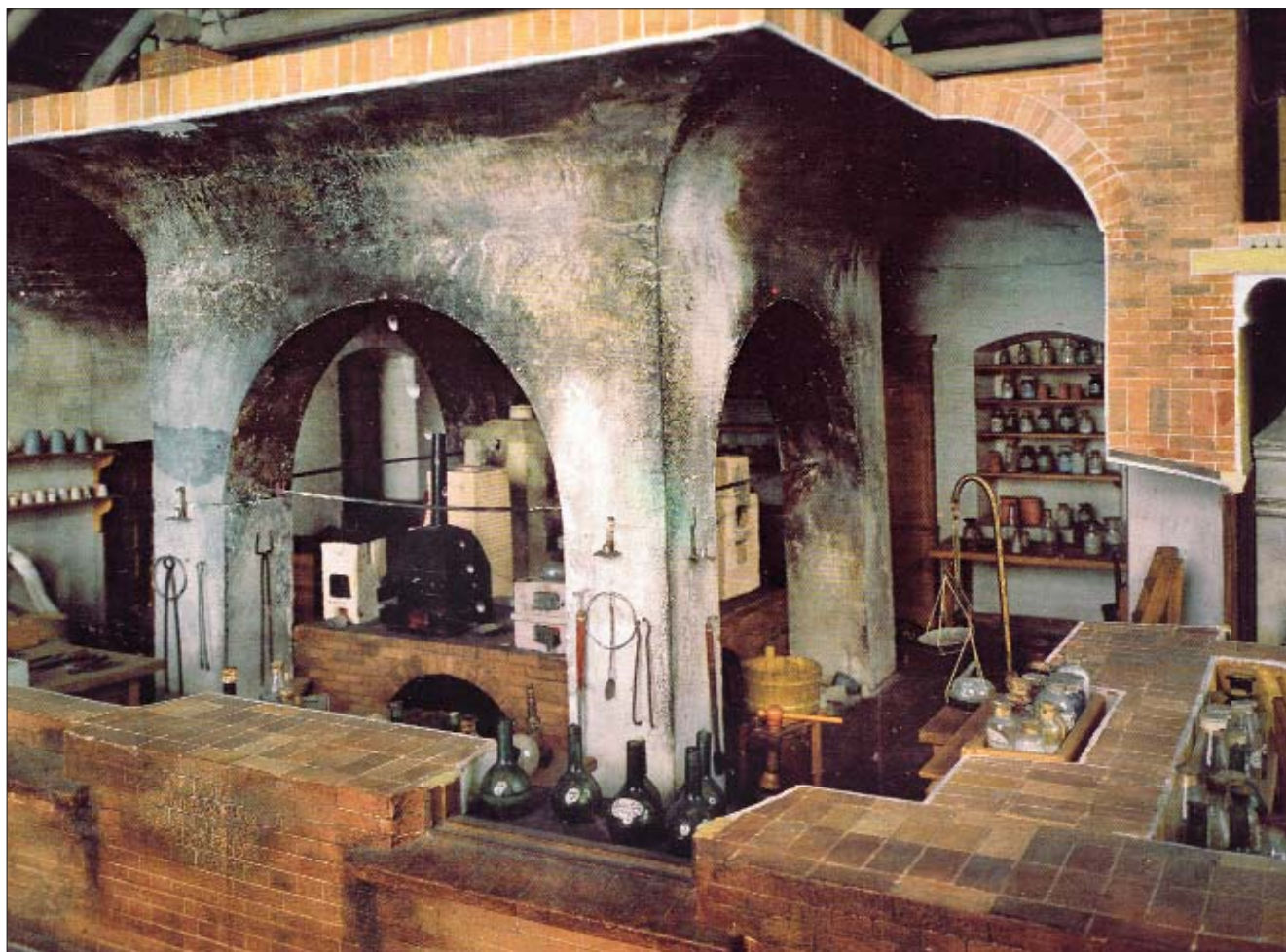
Два с половиной года диссертация пролежала без движения. Летом 1747 г. в числе других работ петербургских ученых, ожидавших очереди, чтобы быть напечатанными, оказались две работы Ломоносова: «Размышления о тепле и холоде» и «Диссертация о действиях химических растворителей вообще». В июле того же года руководство Академии наук подписало приказ, в одном из пунктов которого говорилось: «Пиесы профессоров Ломоносова и Рихмана списавши послать к почетным Академии членам Эйлеру, Бернулию и к другим, какое об оных мнение дадут и можно ли оные печатать, ибо о сем деле из здешних профессоров ни один рассудить довольно не в состоянии». И, конечно, обрадовал Михаила Васильевича не просто благожелательный, но даже хвалебный отзыв лидера тогдашней европейской науки Леонарда Эйлера.

Еще в середине XX в. считалось, что естественно-научные труды Ломоносова были неизвестны за пре-

делами России. Положение изменилось в 1950-1970-е годы, когда появились работы советских и немецких историков науки по оценке его творчества за рубежом. В частности, было показано: вышедший в 1750 г. первый том журнала Петербургской АН «Новые комментарии» с четырьмя работами Ломоносова был сразу же отреферирован лейпцигским журналом «Neue Zeitungen von gelehrten Sachen». В 1751 г. журнал «Hamburgisches Magazin» прорецензировал опубликованные в указанном томе статьи.

«ЧТО ПРОИСХОДИТ В СМЕШАННЫХ ТЕЛАХ»

Одним из самых грандиозных замыслов Ломоносова был проект утверждения химии как фундаментальной науки. Монографию «Введение в истинную физическую химию», по которой он в 1752-1753 гг. читал курс студентам Академического университета, ученый начинает с определения: «Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях. Она может быть названа также химической философией». Ломоносов четко отделял от последней прикладную химию: «Мы захотели назвать этот труд физической химией потому, что решили, прилагая к тому все старание, включить в него только то, что содействует научному объяснению смещения тел. Поэтому мы считаем необходимым все относящееся к наукам экономичес-



**Химическая лаборатория Ломоносова. Макет.
(Музей М.В. Ломоносова, СПб).**

ким, фармации, металлургии, стекольному делу и т.д. отсюда исключить и отнести в особый курс технической химии с той целью <...>, чтобы безоглядное стремление к наживе не затемняло философского рассмотрения прекрасной природы, но чтобы изучающий прилежно химию, получив ясное представление о смешанных телах, с полным знанием дела приступил к умножению с ее помощью удобств жизни.

Яркое противопоставление «философского рассмотрения прекрасной природы» «безоглядному стремлению к наживе» и четкое установление порядка действий: сначала «полное знание дела», а уж потом «умножение удобств жизни» свидетельствуют против появившихся в последние годы утверждений, что Михаил Васильевич «основным приоритетом науки считал не поиск Истины, а ее практическую пользу». С другой стороны, процитированные фразы ставят под сомнение распространенные в середине XX в. и сохранившиеся до нашего времени взгляды на «физическую химию» Ломоносова как на «самостоятельную научную дисциплину». Представляется очевидным, что он задумывал ее как научную базу всей химии.

Проект Ломоносова был явно редуccionистским*: профессор химии Императорской Академии наук хотел свести процессы «смещения тел» к процессам физическим, а последние — к механическим. Еще отчетливее, чем во «Введении...», третья, теоретическая часть которого осталась ненаписанной, эта тенденция выражена в ранней работе «Элементы математической химии» (1741 г.). Термин «математическая» употреблен здесь автором в смысле «доказательная», что было для него синонимом научности.

С каким научным багажом начал Ломоносов свою работу в области химии? Эти знания он получил не только из лекций марбургских профессоров Христиана Вольфа и Юстина Дуйзинга, но и в результате тщательного изучения современной ему физико-химической литературы, причем знания его в этой области науки охватывали все известное тогда содержание. Химия в то время еще оставалась искусством, когда методом проб и ошибок пытались опытным

*Редуccionизм — методологический принцип, согласно которому сложные явления могут быть полностью объяснены на основе законов, свойственных более простым (например, биологических явлений — с помощью физических и химических законов) (прим. ред.).



Императрица Екатерина II
у М.В. Ломоносова.
Художник Иван Федоров.
(1884). Холст. Масло.

путем произвести анализ и синтез исследуемых веществ. Она использовала из накопленного алхимией и иатрохимией* нужный ей эмпирический материал, а также номенклатуру и знаки химических веществ. В их названиях царила путаница, это отмечал и сам Михаил Васильевич. (Напомним, начало современ-

*Иатрохимия (ятрохимия) — направление в медицине XVI-XVIII вв., представители которого рассматривали процессы, происходящие в организме, как химические явления (*прим. ред.*).

ной классификации химических веществ было положено лишь в 1787 г., когда группой ученых Парижской академии наук, возглавляемой ее президентом Антуаном Лавуазье, была предложена первая рациональная химическая номенклатура, во многом сохранившаяся до нашего времени. В ее основу положен элемент, позднее названный кислородом.)

Тогда также не знали окислов и оснований, путали спирты с кислотами, которые на Руси часто называ-

ли водками. Не знали других газов кроме воздуха, не знали состава воды и плохо разбирались в солях. Длительное время кислоты, щелочи и соли (в нынешнем смысле) составляли одну обширную группу, носившую название «солей». Все особенности современной ему химии были присущи и произведениям Ломоносова в этой области.

Важно отметить, что в ходу у химиков того времени продолжали существовать так называемые «первоначальные материи» (соляная, серная и ртутная) и «стихии» Аристотеля (вода, воздух, земля, огонь). Ломоносов тоже их знал и при случае использовал в своих трудах еще и потому, что воду, землю и воздух тогда не могли разлагать на составные части и считали их элементами.

Первым этапом к переходу химии от искусства к науке, как известно, стала созданная немецким химиком Георгом Шталем в 1697–1703 гг. теория флогистона. Согласно ее автору, это очень тонкая материя, находящаяся во всех телах, в воздухе, именно в ней заключено начало горючести. Особенно много флогистона содержится в древесном угле, маслах и жирах. Негорючие тела, особенно окислы металлов, или не имеют флогистона, или потеряли его при химических процессах. В общем, Шталь смотрел на флогистон, как на несомое начало невещественного характера, обуславливающее даже окраску и металлический блеск тела. Ломоносов изучал книги Штала и воспринял его взгляды, которые теоретически объясняли целый ряд химических явлений. Он широко использовал эту теорию в двух своих химических сочинениях «О металлическом блеске» и «О рождении и природе селитры».

Основной оригинальной работой, выполненной Ломоносовым в русле «физической химии», была диссертация «О действии химических растворителей вообще», написанная в 1743 г., переработанная в 1749 г. и напечатанная в 1750 г. Сам автор оценивал ее как «первый пример и образец для основания истинной физической химии, потому что в ней явления объясняются по твердым законам механики, а не на жалком основании притяжения». На основании идей, близких к тем, что содержались в трудах о причине теплоты и холода и об упругости воздуха, ученый объяснял разницу между явлениями растворения металлов в кислотах и солей в воде: в первом случае растворитель нагревается, во втором охлаждается.

Работы Ломоносова по химии переводили на немецкий язык и обсуждали до конца XVIII в. О международном признании его трудов свидетельствует и избрание его в 1760 г. почетным членом Шведской королевской академии наук (в том же году он направил в Стокгольм «Рассуждение о происхождении ледяных гор в Северных морях»), а в 1764 г. почетным членом Академии наук Болонского института.

Рассматривая физические и химические работы Ломоносова, нельзя обойти вопрос о законах сохра-

нения, которым присвоено его имя. Выдающийся ученый-физик и организатор науки, президент АН СССР Сергей Вавилов в статье «Закон Ломоносова» (газета «Правда» от 5 января 1949 г.) писал: «Значение и особенность начала, провозглашенного Ломоносовым, состояли не только в том, что этим началом утверждались законы сохранения и неумножимости материи, движения и силы в отдельности. Некоторые из этих истин издавна, еще в древности, угадывались передовыми умами». В той же статье указывается, что идея законов сохранения была высказана древними философами Индии, воспринята в Древней Греции и через Аристотеля усвоена христианами богословами. В науку Нового времени она пришла вместе с принципом баланса, возникшим в бухгалтерской практике XV в. Французский философ XVI в. Мишель Монтень считал эту идею общепринятой («как полагают естествоиспытатели, зарождение, питание и рост каждой вещи есть в это же время разрушение и гибель другой») и в качестве ссылки приводил цитату из римского поэта, философа I в. до н.э. Лукреция Кара. Как общепринятый воспринимал закон сохранения материи и движения и Михаил Васильевич, когда формулировал его в известном письме Эйлеру 1748 г. и в работе 1760 г. «Рассуждение о твердости и жидкости тел». Вавилов в упомянутой статье указывал в качестве основной заслуги нашего соотечественника придание этому закону сохранения всеобщего характера, рассматривая его или «начало» Ломоносова как философский, или методологический принцип.

Более популярно наименование закона сохранения массы при химических реакциях как «закон Ломоносова-Лавуазье». Оно основано на следующей записи в отчете за 1756 г.: «Деланы опыты в запаянных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металла от чистого жару; оными опытами нашлось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере». Для наших современников интерпретация этого опыта в духе «закона Ломоносова-Лавуазье» очевидна, но сам экспериментатор такой интерпретации не дал, да и не мог дать. Тогда еще не было известно, что окисление металлов при обжиге является химической реакцией. Приходится согласиться с автором статьи из Краткого энциклопедического словаря (СПб.: Наука, 1999): «Ломоносов не открывал закона сохранения веса веществ при химических реакциях, а приведенная запись из отчета свидетельствует ни о чем большем, чем об экспериментаторских способностях Ломоносова».

Освобождение ученого от груза приписанных ему «универсальных законов» вызывает иногда... «обиду» на него. Его обвиняют в «разбросанности», «жажде объять своей неумной энергией все». Один из таких авторов пишет: «Вне сомнения, у Ломоносова хватил-



Макет дома-усадьбы в Санкт-Петербурге, где с 1757 по 1765 г. жил и работал Ломоносов.

ло бы дарований, займись он только физикой или химией, навсегда связать свое имя с конкретным научным открытием в одной из этих наук».

Запоздалые советы великому естествоиспытателю основаны на простой забывчивости: кроме «отставших» в XVIII в. физики и химии, Ломоносов был не чужд и «передовой» астрономии, проявил себя в ней «усердным» наблюдателем и «вписал свое имя в историю науки».

«ПРИМЕЧЕНА ВЕЛИКАЯ АТМОСФЕРА ОКОЛО ВЕНЕРЫ»

Астрономией он занимался почти любительски, во всяком случае, в отличие от физики, в которой у него было звание адъюнкта, и химии — в ней он удостоился позиции профессора, в астрономии у него «чинов» не было. Тем не менее, занятия последней у него проходили по тем же стадиям, что и в физике, и химии: большая переводческая работа, самостоятельные исследования, конфликты с коллегами, не доведенные до конца изобретения приборов, огромное количество «задумок», содержащих как конкретные планы, так и неосуществимые «мечтания». В карьере Ломоносова-астронома не было разве что первого ступени: ученичества у крупного ученого.

Перевод большого астрономического текста с немецкого языка был осуществлен Ломоносовым в 1744 г. В первых числах января того года над Петер-

бургом появилась необычной яркости комета. Работавшие в стенах Петербургской АН астрономы провели наблюдение за ней буквально с первого дня. Лучше других с этой задачей справился профессор Готфрид Гейнснус. Его описание в переводе Ломоносова вышло отдельным изданием. В нем Михаил Васильевич либо разъяснял специальные термины (*discus* — «видимая плоскость», *hypothesis* — «произвольное мнение»), либо комбинировал «разъяснительный» перевод с транслитерацией иноязычного термина (*perihelium* — «ближайшее расстояние от Солнца», «перигелий»), создавая русскую астрономическую терминологию так же, как за год до этого физическую.

Прохождение Венеры по солнечному диску (т.е. между Землей и Солнцем) предсказал еще немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571—1630). Последователи его идей предвычислили очередное такое событие. Оно выпадало на 26 мая 1761 г. Была разработана большая международная программа наблюдений и вычислений солнечного параллакса (видимого изменения положения Солнца в связи с перемещением глаза наблюдателя при вращении Земли). Ожидаемые результаты предполагалось использовать для точного определения «астрономической единицы» — расстояния Земли от Солнца по методу английского астронома Эдмунда Галлея. Число астрономов-наблюдателей в 40 пунктах Европы, Азии, Америки со-

ставило 112 человек. Ломоносов энергично способствовал активному участию в этом деле России. По его предложению были направлены экспедиции в Тобольск, Иркутск и Селенгинск. Два астронома вели наблюдения в Петербурге.

Михаил Васильевич повествует о себе в третьем лице: «Кроме сих астрономических наблюдений господин коллежский советник и профессор Ломоносов любопытствовал у себя больше для физических примечаний, употребив зрительную трубу о двух стеклах длиною в 41/2 фута. К ней присовокуплено было весьма не густо копченное стекло, ибо он намерился только примечать начало и конец явления и на то употребить всю силу глаза, а в прочее время прохождения дать ему отдохновение». Он подробно описывает «тонкое, как волос, сияние, которое увидел при вхождении «заднего края» Венеры на солнечный диск и появление «пупыря» (яркого ободка) на краю ее диска при схождении с диска светила. Наконец, он четко и правильно интерпретирует свое наблюдение: «По сим примечаниям господин советник Ломоносов рассуждает, что планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного».

Работа Ломоносова с сообщением об этом открытии была представлена в канцелярию Академии наук 4 июля 1761 г., а 17 июля была напечатана тиражом 200 экземпляров.

О наличии атмосферы на Венере писали и некоторые другие ученые. На это указывает сам Михаил Васильевич, который в рукописи, озаглавленной «Роспись сочинениям и другим трудам советника Ломоносова», опубликованной впервые в 1948 г., отметил: «Наблюдения физические, при прохождении Венеры по Солнцу учиненные, где примечена великая атмосфера около Венеры, что и другие обсерваторы в Европе согласно приметили». Комментаторы IV тома Полного собрания сочинений М.В. Ломоносова (М.: Издательство АН СССР, 1955 г.) детально обсуждают вопрос о приоритете Ломоносова, рассматривая «наиболее существенные из опубликованных наблюдений». Астроном и математик Степан Румовский (почетный член Петербургской АН с 1767 г.) сообщал о «светлом кольце» вокруг диска Венеры, но не интерпретировал это явление. Шведский естествоиспытатель Тоберн Бергман, проводивший наблюдения в Упсале, 19 ноября 1761 г. доложил Лондонскому Королевскому обществу: «...думаем, что мы наблюдали Венеру, окруженную атмосферой». Доклад этот опубликован в 1762 г., следовательно, автор его уступает Ломоносову по времени публикации. Французский ученый Шапп д'Отерош проводил наблюдения в Тобольске, на пути оттуда остановился в Петербурге, где 8 января 1762 г. сделал доклад на заседании Академии наук, в котором сообщил, что он «заметил часть диска Венеры, который еще не вступил, и не-

большую атмосферу в виде кольца вокруг этого диска». Комментаторы считают, что французский астроном, «прибыв в Петербург, не мог не ознакомиться с результатами наблюдений Ломоносова, так что его объяснения ободка явлением нельзя считать оригинальным; на последнее, впрочем, он и не претендует». С учетом тогдашних средств сообщения, мог бы и претендовать, авторства Ломоносова это не нарушило бы. О Шаппе д'Отероше историки могут написать: «одновременно и независимо в Тобольске...». Но немецкий наблюдатель Шретер и английский астроном Гершель, обнаружившие удлинение рогов серпа Венеры в 1790-х годах, имеют право только на «независимо», но не «одновременно».

Публикуя «Явления Венеры на Солнце...», Михаил Васильевич снабдил его «Прибавлением», предназначенным для защиты системы Коперника и других астрономических открытий от религиозных фундаменталистов, воспринимающих Шестоднев и остановку Солнца Иисусом Навином буквально. Согласно Ломоносову, геоцентрическая догма присуща католической церкви: «Богословы западной церкви принимают слова Иисуса Навина, глава 10 стих 12, в точном грамматическом разуме и потому хотят доказать, что Земля стоит».

«Но сей спор имеет начало свое от идолопоклоннических, а не от христианских учителей», — продолжает Ломоносов и бросает на чашу весов остроумную басню с известной моралью: «Кто видел простака из поваров такого/Который бы вертел очаг кругом жаркого?». Со ссылкой на православных отцов церкви Василия Великого и Иоанна Дамаскина ученый отстаивает необходимость метафорического истолкования библейских текстов. В наше время, когда открытые экзопланеты исчисляются уже сотнями, а некоторые из них находятся в зоне, допускающей жизнь, все эти вопросы становятся снова актуальными (главным образом для богословов, а не для астрономов). Нельзя не порекомендовать заинтересованным лицам чтение трудов гениального предка.

И в заключение: неоспорим факт, что русскими учеными за три века, прошедшие со дня рождения «великого помора», получено огромное количество результатов, обогативших мировую науку, ибо наша отечественная наука — неотъемлемая ее часть. А открывается этот список результатами самого Ломоносова (корпускулярная теория теплоты, предсказание «абсолютного холода», открытие атмосферы Венеры). Он стремился к универсальному знанию. По его инициативе в 1755 г. был основан Московский университет. «Он сам был нашим первым университетом».

Иллюстрации предоставлены автором

ИСТОРИК О ЖИВОПИСИ



В XVIII веке в России появилась настоящая потребность в исторической живописи, могущей служить делу национального просвещения и прогресса. Тогда у нас еще не было музеев, выставок и других художественных заведений публичного характера. Мечтая о создании большого общенародного светского искусства в стране, М.В. Ломоносов решил украсить внутренние помещения Петропавловского собора, где был погребен Петр I, монументальными мозаичными картинами, отображающими главнейшие события новой русской истории. Поместить мозаики в другом месте, где их мог бы видеть народ, в то время не было возможности.

Монументальный размах сохранившейся до наших дней мозаики «Полтавская битва» (Академия наук

СССР, Ленинград — ныне РАН, Санкт-Петербург), богатство ее красок — при некоторой упрощенности рисунка — характеризуют мастерство Ломоносова-мозаичиста и его помощников. Замечательны здесь портреты Петра I и Б. П. Шереметева, исполненные на основании прижизненных изображений, отличающиеся силой характеристики и полнотой пластических форм. Ученый-патриот хотел использовать изобретенное им цветное стекло для смелого художественного новаторства. При этом он прекрасно понимал специфические свойства монументальной мозаики, необходимость широкой декоративной кладки

Портрет Петра I. Мозаика.

Набрана М.В. Ломоносовым. 1754. Санкт-Петербург.



М.В. Ломоносов. Полтавская баталия. Мозаика. 1760-е гг. РАН, Санкт-Петербург.

большими смальтами. Опыты Ломоносова не получили поддержки. Искусство русской мозаики возродилось к новой жизни уже в наше время.

В своем сочинении «Идеи для живописных картин из российской истории» Ломоносов выдвинул конкретную программу создания нового светского искусства в России, наметив ряд сюжетов, почерпнутых из летописей, исторических трудов и литературы. Это был призыв к русским живописцам раскрыть героические и патриотические темы отечественной истории, призыв к творческой самобытности и прогрессу. Программа нового русского искусства, намеченная Ломоносовым, выходила за рамки традиционного религиозного и дворцового искусства. Она имела общенациональное значение. Великие князья и цари выступали у Ломоносова прежде всего как государственные деятели. Заметное место в «Идеях для живописных картин» отведено народным героям-патриотам Отечества.

Программным произведением Ломоносова явилось также стихотворение «Разговор с Анакреоном», содержащее полемику с идиллическим искусством

рококо. Анакреон в своем обращении к художнику просит написать портрет своей возлюбленной. Ломоносов призывает его изобразить аллегорическую фигуру матери-России:

О мастер в живописстве первой,
Ты первой в нашей стороне,
Достоин быть рожден Минервой,
Изобрази Россию мне,
Изобрази ей возраст зрелой,
И вид в довольствии веселой,
Отрады ясность по челу
И вознесенную главу.

«Разговор с Анакреоном», написанный Ломоносовым в последние годы жизни, явился его завещанием, призывом блюсти и направлять отечественное искусство на благо России.

Алексей Зотов. Русское искусство с древних времен до начала XX века. — М.: «Искусство», 1979.

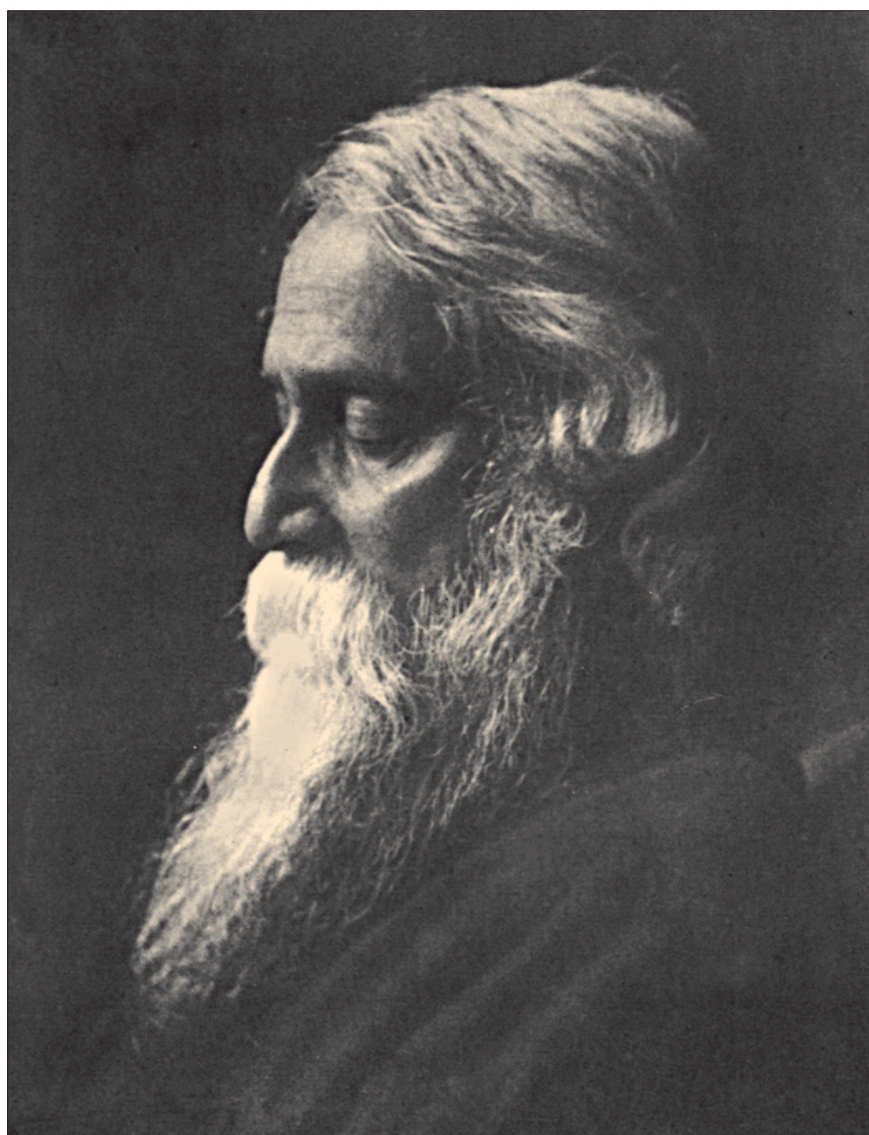
ВЕЛИКИЙ ГУМАНИСТ ИНДИИ



Академик Евгений ЧЕЛЫШЕВ

**В этом году мировая общественность отмечает
150-летие со дня рождения славного сына Индии
Рабиндраната Тагора (1861-1941) –
общественного деятеля, композитора, художника,
но прежде всего известного писателя, творчество которого
поражает многообразием жанров, форм, идей.
Он распахнул перед всеми народами окно в свою страну,
помог понять красоту ее природы и души.**

Рабиндранат Тагор. 1879-1880 гг.



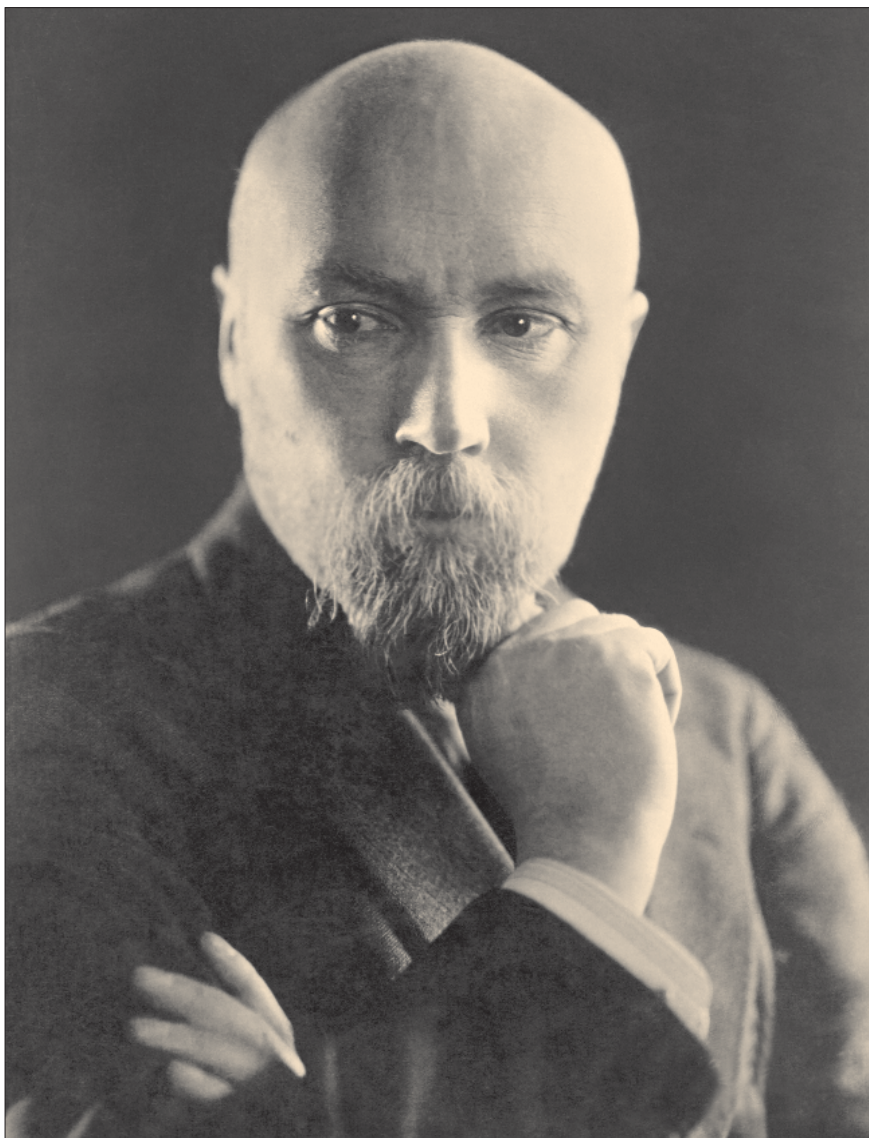
Рабиндранат Тагор. 1926 г.

В истории Индии едва ли можно найти еще одну фигуру подобного масштаба. Тагор жил в эпоху пробуждения национального самосознания соотечественников, развертывания массового освободительного движения, выдвинувшего немало ярких личностей. По словам первого премьер-министра Индии (с 1947 г.) Джавахарлала Неру, он был «наголову выше всех их, и постепенно даже вся Индия признала его неоспоримое превосходство... Тагор... заставил народ... призадуматься о более широких проблемах, затрагивающих человечество. Тагор был великим гуманистом Индии» (Из кн.: «Открытие Индии». М., 1965).

Осуждая колониальный режим, Тагор, в мировоззрении которого важную роль играла концепция мировой гармонии, соединил в своих произведениях национальные традиции и лучшие достижения мировой культуры, в первую очередь английской. Из

нее, писал он, «мы почерпнули... не только сокровища новых чувств, но также стремление покончить с угнетением человека человеком». Именно поэтому писателю была близка поэзия английских романтиков, в частности, Перси Биши Шелли (1792-1822), уверенного, что природа служит источником радости, а красота — нравственному совершенствованию человека.

Специалисты считают: гуманистическая направленность поэзии Тагора пронизана идеей «божества жизни» (дживан девата), по мнению нашего современника рижского профессора Виктора Иавбулиса, — символа прекрасного в природе, могущественной силы всего его творчества, в основе которой, как подчеркивал авторитетный российский исследователь Александр Гнатюк-Данильчук, лежит связь индивидуального «Я» с вездесущим высшим началом. А вот слова соотечественников писателя, его ученика и



Николай Рерих
в первые годы пребывания в Индии.

соратника Сунити Кумар Чаттерджи: «божество жизни» олицетворяет «совершенную красоту, одухотворенную внутренним сознанием», и литературоведа Хазари Прасад Двиведи: «В самых тяжелых обстоятельствах Тагор не разочаровывается в своем великом, постоянно проявляющемся в виде Прекрасного «божестве жизни», бессмертие которого находит свое наилучшее воплощение в образе человека».

Творчество Тагора играет большую роль в становлении современной индийской литературы, особенно ее романтического направления. В 1910 г. он опубликовал на бенгальском языке сборник стихотворений «Жертвенные песни» (Гитанджали), через три года перевел их на английский и, дополнив другими близкими по духу, выпустил второе издание, за что в том же году был удостоен Нобелевской премии. Впервые ее лауреатом стал писатель из Азии, что стало знаменательным событием не только для его ро-

дины, но и для всего мирового сообщества. Имя великого индийца сразу приобрело широкую известность, во многих странах начали писать о нем, переводить его произведения.

Стихи этого цикла отличаются музыкальностью, близостью к народным песням. Сквозь религиозно-мистическую символику в них проступает гуманистическое содержание, глубокая озабоченность поэта судьбами страны и всего человечества. Но пессимистические ноты не заглушают радостную, светлую мелодию жизни, веру в победу человека, жажду деятельности, жизнеутверждающий оптимизм: «В мир я приглашен для жертвоприношения отраде. Хвала, хвала тебе, жизнь человеческая».

Мысли, выраженные Тагором в поэтической форме, присутствуют также в его драматургии и прозе тех лет, в частности в самом значительном романе «Гора» (1907-1910), посвященном раздумьям о путях

**Николай Тихонов, председатель
Тагоровского юбилейного комитета,
и ответственный секретарь комитета
Евгений Чельшев проводят заседание по подготовке
к 100-летию Тагора. 17 апреля 1960 г.**

освобождения Индии. Многогранное творчество писателя сыграло огромную роль в развитии национальной литературы, поэтому его считают основоположником единой литературы, создающейся на многих языках народов страны. На основе этой культурологической концепции в 1954 г. была основана Литературная академия, первым президентом которой стал Джавахарлал Неру, а автор этих строк в 2004 г. был избран ее почетным членом.

Так же как Мохандаса Карамчанда Ганди (одного из руководителей и идеологов движения за независимость Индии) соотечественники с уважением называют «Махатма», что означает «великая душа», Тагора величают «Гурудев», что на русский язык можно перевести как «Учитель от Бога», «избранный Богом Учитель». Голос его звучал далеко за пределами Индии. В начале XX в. его «Жертвенные песни» четырежды издавали и в нашей стране (перевод Юргиса Балтрушайтиса*). «Не забудет Индия «Гитанджали», «Садхану» и все вдохновенное наследие Тагора», — писал наш выдающийся художник Николай Рерих**, по совету писателя покинувший Запад и переселившийся в 1924 г. в Индию, ставшую для него второй родиной. Здесь расцвел его талант и пришла мировая известность. «Велики связи двух славных народов, — отмечал живописец. — Именно в русском переводе прекрасно звучали Тагоровы песни. На других языках они теряют, гаснет их пламень и задушевность, но мысль Индии отлично выражается в русском слове. Недаром у нас столько одинаковых слов с санскритом. Эта родственность еще мало изучена».

Интерес к Тагору в России особенно возрос в годы советской власти. Назвав Тагора «индийским Толстым», писатель, общественный и политический деятель, переводчик, публицист, искусствовед Анатолий Луначарский (академик АН СССР с 1930 г.) в 1923 г. писал: «Произведения Тагора... так полны красками, богатейшими духовными переживаниями и поистине великодушными идеями, что составляют сейчас одно из сокровищ общечеловеческой культуры».

Важным событием в культурном обмене между Советским Союзом и Индией стало празднование 100-летия со дня рождения Тагора в 1961 г. в Москве. Весна этого года многим надолго врезалась в память: торжественные мероприятия начались с радостной встречи покорителя космоса Юрия Гагарина***, потом, как всегда, весело отпраздновали Первое Мая. Но не успели убрать с площадей и улиц лозунги, транспаранты, флаги — словом, весь праздничный наряд столи-



цы, как на фронте Большого театра все увидели портрет пожилого человека с благородными чертами лица, обрамленного густыми седыми волосами, с большими умными глазами, по-доброму смотрящими на москвичей.

Отметим, по данным Книжной палаты, за годы советской власти книги Тагора были изданы у нас в количестве более 8 млн экземпляров не только на русском, но и на многих языках народов СССР. Не случайно празднование этого юбилея в нашей стране прошло столь широко. Открывая торжественное собрание, известный поэт и общественный деятель Николай Тихонов подчеркнул значение его творчества для набиравшего тогда силу советско-индийского сотрудничества и развития движения солидарности писателей стран Азии и Африки, создававших в то время национальные литературы. Далее Тихонов, по сути дела, выдвинул программу изучения и популяризации творчества писателя, обратив особое внимание на необходимость издания нового собрания его сочинений.

Хочу назвать имена коллег, чуть ранее внесших огромный вклад в публикацию первого в нашей стране собрания избранных произведений Тагора, вышедшего в свет в 1955-1957 гг.: Вера Новикова, Евгения Быкова, Александр Гнатюк-Данильчук, Мария Кафитина. Ведь им пришлось прочитать на бенгальском языке все 28 томов его сочинений и отобрать из них наиболее важное и интересное для наших читателей. Тем более что переводить эти произведения на языки других народов Советского Союза надо было через русский. Выход в свет первого тома подготовленного перечисленными специалистами издания приурочили к историческому визиту в нашу страну Джавахарлала Неру.

*Юргис Балтрушайтис — русский и литовский поэт-символист, переводчик, дипломат (прим. ред.).

**См.: О. Лавренова. По горам и пустыням. — В этом номере журнала (прим. ред.).

***См.: Б. Фомкин. Первый космонавт. — Наука в России, 2011, № 4 (прим. ред.).



Известный российский исследователь творчества Тагора Александр Гнатюк-Данильчук вместе с индийским писателем-переводчиком Маданлалом Мадху открывают в Доме дружбы заседание, посвященное 115-й годовщине со дня рождения великого индийского писателя.

Тем не менее, выступая на упомянутом собрании в Большом театре, Тихонов предложил начать работу по подготовке нового, 12-томного, собрания сочинений Тагора, высказав сожаление о том, что в первом издании его произведения переводили не с бенгальского языка, а с английского. Поэтому, чтобы достойно представить величие творчества писателя, к работе следовало привлечь не только ведущих поэтов-переводчиков, но и ученых. Тихонов просил меня как секретаря юбилейного комитета и руководителя индологического филологического сектора в Институте востоковедения АН СССР координировать всю работу и предложил пригласить к участию в ней поэтов Сергея Шервинского и Аделину Адалис. Считаю большой удачей, что с нами сотрудничали также выдающиеся мастера слова Борис Пастернак и Анна Ахматова. Новое собрание сочинений Тагора вышло в свет в 1961-1965 гг.

В августе 1961 г. в Индии состоялся международный симпозиум, посвященный 100-летию Тагора, в котором от СССР участвовали известный писатель Всеволод Иванов и автор этих строк. После завершения работы форума по приглашению министра культуры Индии профессора Хумаюна Кабира я отправился на родину юбиляра — в Калькутту, конечно, посетил находящееся неподалеку его родовое имение Шантиникетан и основанный им университет, где встречался с преподавателями, его учениками и соратниками, выступал перед студентами. Особенно запомнилась беседа с одним из ближайших сподвижников Тагора профессором Пробхоткумаром Мукхопадхаем, автором знаменитой четырехтомной биографии писателя на бенгальском языке, по сей день настольной книги для исследователей его творчества.

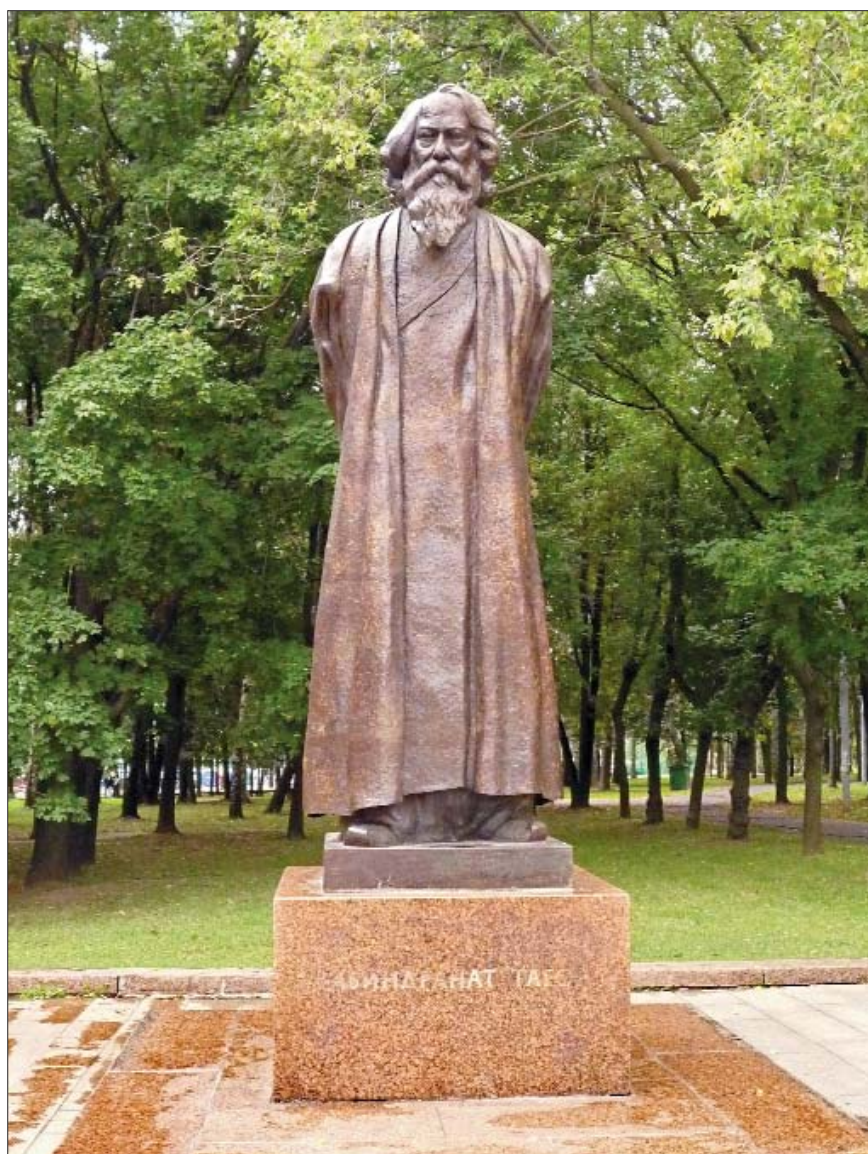
Следует сказать, что определенным импульсом для расширения нашего понимания значимости творче-

ства великого индийца стало выступление на том же торжественном собрании в Большом театре директора Института мировой литературы АН СССР, члена-корреспондента АН СССР (с 1960 г.) Ивана Анисимова. Он сделал, на мой взгляд, удачную попытку рассмотреть наследие Тагора в общем русле развития мировой литературы, прежде всего имея в виду его яркую публицистику конца 1930-х годов, по мнению выступающего, близко соприкасающуюся «многими своими гранями с творчеством Горького, Роллана, Шоу, Генриха Манна, Драйзера, великих народных писателей XX столетия...»

Думается, еще недостаточно раскрыт такой важный аспект деятельности Тагора, как создание им вместе с Махатмой Ганди современной Индии. Он призывал живущие там народы к единству и консолидации независимо от расовой, языковой и религиозной принадлежности, в чем видел важнейший залог ее экономического, политического и культурного процветания. Следуя древним духовным традициям, он повторял, что сформулированная еще в далеком прошлом идея «единства в многообразии» — важное условие сплочения страны, достижения благополучия, стабильности, процветания. Эта мысль, нередко рассматриваемая как национальная идея Индии, находит яркое отражение во многих произведениях писателя, в том числе в «Утренней песне» — молитве «Душа народа» («Джанаганамана», 1911 г.).

Во вступлении к коллективному труду, выпущенному в Дели к 100-летию Тагора, Джавахарлал Неру рассказал о том, как в конце 1930-х годов посетил его в имении Шантиникетан. Подобно многим нашим соотечественникам, приезжавшим в Ясную Поляну для того, чтобы встретиться и поговорить с великим писателем и мыслителем Львом Толстым, руководители индийского национально-освободительного движения испытывали потребность общения с Тагором. Это была их последняя встреча.

В конце беседы Неру попросил Тагора написать гимн независимой Индии — оба не сомневались в том, что ее ждет именно такое будущее. Писатель обещал выполнить просьбу, но вскоре заболел, а в 1941 г. ушел из жизни. Поэтому когда в 1947 г. Индия добилась самостоятельности, ее государственным гимном (по предложению Неру) провозгласили песню, по своему содержанию примыкающую к упомянутому циклу лирических произведений, удостоенному Нобелевской премии. «Я был безгранично счастлив, — писал Неру, — что в определенной степени был причастен к решению этого вопроса. Я испытывал большое удовлетворение не только потому, что это великая национальная песня, но и потому, что она постоянно напоминает всему нашему народу о Тагоре».



**Памятник
Рабиндранату Тагору.
(1990 г.). Москва.**

Еще в то время я решил перевести эту песню на русский язык. Стал изучать историю вопроса и обнаружил немало ее переводов. Такой популяризации способствовал сам Тагор, в 1919 г. переведший ее на английский язык, сделав тем самым доступной для всего мира. Главная сложность такой работы заключается в поисках наиболее подходящих слов нашего языка, способных точно выразить зашифрованное в многозначной санскритской лексике значение, которое вкладывал в то или иное слово индийский поэт. И, конечно же, нужно попытаться сохранить необыкновенную музыкальность, напевность, присущие его стихам. В 1970 г. в журнале «Индия», издававшемся в то время посольством Республики Индия в Москве, был опубликован мой перевод этой песни на русский язык.

Как и многие другие выдающиеся деятели эпохи пробуждения национального самосознания народов

его родины, Тагор видел важное средство их сплочения в целях защиты национальных интересов в религии. Образ «Вершителя судеб Индии», направляющего людей по дорогам жизни, избавляющего их от горя и страданий, связывается в гимне с излюбленной темой поэта — «божеством жизни», всеобщей одухотворенностью мира, страстным утверждением идеи величия, бессмертия духа, многоликой прекрасной природы, ассоциируется с образом горячей любимой Матери-Родины, всегда готовой прийти на помощь своим детям.

Тагор много путешествовал по миру, особенно во второй половине жизни. А в 1930 г. две недели пробыл в Москве. Обо всем, что видел в нашей стране, он писал друзьям в письмах, опубликовав их в следующем году в виде книги «Письма о России». «Меня привело здесь в восторг, что вы впервые дали возможность приобщиться к просвещению всему народу, открыли



**Премьер-министр Индии
Манмохан Сингх
вручает Евгению Чельшеву диплом
об избрании его почетным членом
Литературной академии Индии.
Дели, 2004 г.**

перед ним двери школ, театров, музеев... — отмечал писатель. — Они создают нечто совершенно небывалое, как это ни назови, — общее дело, единство духа, общественная собственность... И я мечтаю о времени, когда станет возможной для моей страны, древней арийской цивилизации, также получать великое благословение на образование и равные возможности для всего народа. Я благодарен, истинно благодарен всем вам, кто помог мне представить в своем сознании мечту об освобождении вечно скованного человеческого разума».

Но в то же время Тагор предупреждал: «Советы... забывают, что нельзя усилить коллектив за счет закабаления личности. Если человек в кандалах, общество не может быть свободным. Здесь царит диктат сильной личности. Власть одного над многими не может долго быть плодотворной» и т. д. К сожалению, при подготовке к печати его писем цензура потребовала снять все его критические оценки советской действительности, хотя они были сделаны нашим другом и доброжелателем. Лишь в 1980-е годы наши индологи, назову прежде всего доктора философских наук Сергея Серебряного, смогли восстановить полный текст.

В написанной за два месяца до смерти яркой публицистической статье «Кризис цивилизации», фактически своем «политическом завещании», Тагор вынес приговор капиталистической системе и заявил о разрыве с «надменной западной цивилизацией». Вместе с тем он никогда не призывал соотечественников к самоизоляции, ратовал за сближение Востока с Западом, взаимодействие культур, в чем его под-

держивали многие собратья по перу в странах Европы и Америки.

В 1990 г. в Москве в парке Дружбы напротив Химкинского речного вокзала искреннему другу нашей страны установили памятник (индийский скульптор Гаутам Пал). Мне выпала честь участвовать в церемонии торжественного открытия и обратиться к участникам митинга, главным образом индийским студентам, проходящим обучение в московских вузах, на их родном языке хинди. Наконец, отмечу то, что мне особенно дорого не только как востоковеду, но и как участнику Великой Отечественной войны и Парада Победы 1945 г. — предсмертные слова Тагора. Его близкий друг и соратник, крупный математик (иностранннй член АН СССР с 1958 г.) Прасанта Махаланобис рассказал: «В июле 1941 г. Тагор каждое утро с нетерпением ждал новостей с фронта из России. Он снова и снова повторял, что победа России принесла бы ему огромное счастье. Каждое утро он надеялся услышать хорошие вести. Когда же сообщения оказывались плохим, он бросал газету и больше не читал ее. За полчаса до операции Тагор спросил меня: «Скажи, что слышно о России?» Когда я сказал, что дела на фронте поправляются, его лицо просияло, и он воскликнул: «Они могут добиться этого. Только они добьются этого». Это были последние слова, сказанные мне Тагором. Я был счастлив видеть его лицо, озаренное твердой верой в победу человека».

Иллюстрации предоставлены автором

СТАВКА НА ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Марина МАЛЫГИНА, журналист

В июне 2011 г. в Центральном выставочном зале «Манеж» (Москва) под эгидой госкорпорации «Росатом» прошел III Международный форум «Атомэкспо», собравший свыше 1200 участников из 47 стран мира. Топ-менеджеры и специалисты ведущих отечественных и зарубежных ядерных компаний, руководители государственных и неправительственных организаций, эксперты обсуждали мировые тенденции развития атомной промышленности, успехи и перспективы инновационных технологий в этой области.



Открытие Международного форума «Атомэкспо-2011», организованного госкорпорацией «Росатом».



Центральный выставочный зал «Манеж» распахнул двери для атомщиков всего мира.

Количество делегатов, по сравнению с прошлым годом, увеличилось на треть, а выставочная площадь вдвое. В числе участников — ведущие предприятия российского энергетического комплекса «ТВЭЛ», «Атомстройэкспорт», «Атомэнергомаш», Урановый холдинг «Атомредметзолото», компания «Роснано», созданная для развития нанотехнологий, Фонд Сколково и их зарубежные партнеры: Areva, EDF, Alstom (Франция), CEA (США), Siemens, Nukem Technologies (Германия), China National Nuclear Corp. (Китай). Повышенный интерес иностранного бизнеса к данной тематике объясним: по самым осторожным оценкам в XXI в. общее энергопотребление на планете удвоится, и мировое сообщество уже сейчас озабочено проблемой возможного дефицита энергоресурсов и поиском наиболее эффективных источников энергии.

Наша страна давно сделала ставку на ядерные технологии. И то, что сейчас происходит в России, специалисты называют «ренессансом»: мы намерены до 2020 г. ввести в эксплуатацию 26 энергоблоков — столько не строили во времена СССР. Лишь из федерального бюджета до 2015 г. на развитие этого сектора экономики будет выделено 674 млрд. руб., а на всю программу совершенствования энергопромышленного комплекса с учетом бизнес-инвестиций — почти 1,5 трлн руб. Потому вопрос «Развитие атомной энергетики: пауза или продолжение?», вынесенный на обсуждение участниками конгресса, актуален и для нас, и для остальных участников форума, несмотря на недавнюю аварию на АЭС «Фукусима» (Япония). Об этом четко заявил генеральный директор «Росатома» Сергей Кириенко, подчеркнувший: атомная энергетика — важнейшее условие стабильного развития мировой экономики как минимум в течение нескольких ближайших десятилетий. «Благодаря физическим реакциям деления или синтеза мы получаем увеличение энергоемкости с одного килограмма продукта в мил-

лионы раз, — утверждал глава корпорации. — Это говорит о колоссальном потенциале доступного энергоисточника, поэтому остановить процесс его освоения, ограничить каким бы то ни было образом невозможно».

Более того, по его мнению атомная энергетика вносит важнейший вклад в поддержание экологической ситуации на планете. Современные АЭС каждый год сокращают поступление CO₂ в атмосферу на 1,7 млрд т. Одномоментное же прекращение их работы примерно на четверть увеличило бы вредные выбросы с катастрофическими последствиями для всего живого на Земле. К тому же эта отрасль способствует рациональному природопользованию, сохраняя для потомков углеводородные ресурсы. Наконец, она дает мощный импульс развитию машиностроения, авиакосмической техники, нано- и биомедицинских технологий. Ученые давно подметили: страны, вносящие большой вклад в темпы роста мировой экономики, как правило, имеют хороший опыт развития атомной энергетики и продолжают его наращивать.

В последние годы, подчеркнул Кириенко, «Росатом» существенно расширил пакет услуг, предоставляемых партнерам. Если раньше речь шла только о строительстве объектов «под ключ», то сегодня концерн по желанию заказчика готов ввести АЭС в эксплуатацию и стать соинвестором проекта. Пример тому — сотрудничество с Турцией. «Мы не только построим там станцию, — сказал Кириенко, — но и будем эксплуатировать ее, имея с правительством соседней страны контракт на гарантированную продажу электроэнергии на 15-20 лет вперед. «Росатом» также рассчитывает стать совладельцем Мецаморской АЭС в Армении и АЭС «Белене» в Болгарии».

Концерн, продолжил Кириенко, демонстрирует также готовность к созданию консорциумов с местными компаниями по сооружению соответствующих объектов. Первый опыт в этой сфере — АЭС «Кудан-



На выставочном стенде
ОАО «Атомэнергопроект»
(Москва).

кулам» в Индии, где завершено строительство двух блоков и подписан контракт на возведение третьего и четвертого. По схеме совместных проектов появятся также станции в Чехии и Украине.

Разумеется, отметил руководитель компании, обязательное условие масштабного развития атомной энергетики — гарантия безопасности. До сих пор в отрасли практиковали так называемый «вероятностный подход», т.е. специалисты исходили из того, что трагическое событие может произойти лишь раз в миллион лет, значит, с экономической точки зрения им можно пренебречь. Но авария на АЭС «Фукусима» показала его несостоятельность. Кириенко предложил перейти к детерминистскому подходу, гарантирующему населению жизнь и безопасность даже при самых невероятных стечениях природных условий. Что надо сделать для этого? Международный пул экспертов должен проверить надежность и безопасность эксплуатирующихся и строящихся АЭС на территории разных стран. Необходимо изменить законодательство — ключевую роль в этом процессе должно сыграть МАГАТЭ (Вена, Австрия). «Считаем, что после аварии на «Фукусиме», — заявил руководитель «Росатома», — мы обязаны сделать стандарты безопасности нормой международного права, обязательной для соблюдения всеми странами». Он также напомнил, сколь важна роль государства в принятии управленческих решений во время ядерной катастрофы. «Оставлять эксплуатирующую компанию один на один с аварией нельзя, — подчеркнул Кириенко. — Государство должно включаться в этот процесс на самых ранних стадиях, иначе масштабы последствий возрастают в несколько раз».

Далее, по словам главы корпорации, необходимо ускорить переход к новым технологиям так называемой «естественной безопасности» с замыканием

ядерного топливного цикла и минимизацией экологического воздействия атомной энергетики на окружающую среду. «Перечисленные задачи касаются не отдельно взятого государства, они носят глобальный характер», — подытожил Кириенко.

С обстоятельным докладом на заключительном пленарном заседании выступили также министр энергетики США Стивен Чу и председатель Комиссариата по атомной энергии Франции Бернар Биго.

Для участников форума были организованы тематические круглые столы по актуальным вопросам развития отрасли: «Устойчивость современных реакторных установок к природным катаклизмам. Уроки «Фукусимы», «Перспективные проекты строительства АЭС по российским технологиям», «Инфраструктура для государств, встающих на путь развития атомной энергетики», «Перспективы ядерного образования», «Энергетическое машиностроение. Международное сотрудничество», «Новая технологическая платформа добычи урана геотехнологическими методами», «Инвестиционные проекты в атомной отрасли». На последнем стоит остановиться.

Генеральный директор по развитию и международному бизнесу «Росатома» Кирилл Комаров, открывший заседание этого «круглого стола», сообщил: для реализации программ строительства АЭС в третьих странах, о чем ранее говорил Кириенко, создана новая структура — компания Rosatom Overseas: в числе прочего она будет выступать «заказчиком, генеральным подрядчиком и собственником атомной генерации за рубежом», привлекая для этих целей ресурсы мирового финансового рынка.

И это не единственное изменение, произошедшее в организационном развитии отечественной атомной отрасли за последний год. Первый заместитель генерального директора по корпоративным функци-



С помощью дозиметра современного дизайна, стоявшего на входе в павильон, посетители «Атомэкспо-2011» могли проверить уровень собственной радиоактивности.

ям, главный финансовый директор «Росатома» Николай Соломон заявил: наша госкорпорация, позиционирующая себя как «глобальный технологический лидер», приняла Корпоративную стратегию, рассчитанную до 2030 г. Главная установка — оставаться в тройке мировых лидеров по всем ключевым направлениям деятельности: строительству АЭС, добыче урана, предоставлению услуг по его обогащению, производству ядерного топлива. При этом акцент сделан на расширение нетрадиционных видов услуг. «К 2030 г. 20-25% выручки будет приходиться на новые продукты», — подчеркнул оратор.

Посетителей интересовали вопросы финансирования будущих проектов концерна. Представитель банковского сообщества, начальник отдела энергетики ОАО «Сбербанк» Леонид Ваньян сообщил, что в ближайшее время его подразделение откроет кредитную линию в объеме до 5 млрд дол. на достройку блоков Хмельницкой АЭС на Украине и до 10 млрд дол. на строительство первой атомной станции в Турции «Мы готовы предоставить «Росатому» долгосрочные кредиты как минимум на 15 лет», — заявил он.

В «Манеже» работала и специализированная выставка. Экспозицию отечественной атомной отрасли представляли свыше 50 предприятий «Росатома» и его промышленные холдинги. Здесь же развернули стенды крупнейшие зарубежные игроки мирового ядерного рынка. Участвующие в работе конгресса первый заместитель председателя Правительства РФ Игорь Шувалов, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Джон Ритч, президент Японского атомного промышленного форума Такуя Хаттори, генеральный директор Агентства по атомной энергии

Венгрии Йозеф Ронаки, президент Национального агентства по атомной энергии Аргентины Норма Луиза Боэро, главный операционный директор AREVA Люк Урсель и другие официальные лица совершили ознакомительную экскурсию по выставке.

Несмотря на значимость и перспективы развития ядерных установок большой мощности, несомненный интерес представляли выставленные в зале макеты объектов «малой энергетики» — АЭС мощностью от 200 кВт до 50 МВт (их разрабатывает, в частности, московский Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н.А. Доллежалея). Основное преимущество этих реакторов — мобильность и экономичность. Одна такая установка может полностью обеспечить поселок в 15-20 тыс. жителей электричеством, теплом и чистой водой. Ее эксплуатируют в течение 8-15 лет и более без перегрузки топлива, а затем утилизируют на централизованной базе. Подобная техника востребована в удаленных и энергодефицитных районах, где трудно найти средства на строительство крупных станций, прокладку теплоцентралей, сооружение ЛЭП.

Информационные технологии в атомной энергетике представлял Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (г. Саров Нижегородской области)*. На объединенном стенде «Росатома» он показал компактную суперЭВМ производительностью 3 Тфлоп/с, стоимость которой в 1,5 раза ниже зарубежных аналогов. В таких вычислителях нуждаются предприятия авиастроения, атомной энергетики, автомобилестроения, нефтегазовой и космических отраслей. Однако основная задача саровского проекта — создание отечественного конкурентоспособного импортозамещающего программного обеспечения для имитационного моделирования, позволяющего решать задачи газодинамики, аэродинамики, гидродинамики, турбулентного перемешивания сред и теплопереноса.

Научно-исследовательский институт технической физики и автоматизации (Москва), создающий аппаратуру на основе физических принципов взаимодействия излучения с веществом, познакомил с новыми радиационными технологиями и перспективными разработками для очистки газовых выбросов от диоксида серы и оксидов азота, переработки твердых органических материалов посредством потока заряженных частиц, конверсии углеводородного газа в жидкость.

Московское научно-производственное объединение «Радон» продемонстрировало технологический потенциал в области обращения с радиоактивными отходами. Были представлены установки плазменной переработки «Плутон», кондиционирования ио-

*См.: В. Лукьянов. «Саровский ядерный эрмитаж». — Наука в России, 2009, № 3 (прим. ред.).

Уникальная разработка специалистов Научно-исследовательского и конструкторского института монтажной технологии (Москва) – мобильный робототехнический комплекс МРК-РП, предназначенный для визуальной и приборной разведки при спасательных и аварийно-восстановительных работах, пожаротушения при ликвидации локальных очагов возгораний.



низирующих источников излучения, остекловывания жидких радионуклидов высокой концентрации. Специалисты предприятия рассказали посетителям об эффективных технологических процессах цементирования радиоактивных материалов.

Огромный интерес вызвала уникальная разработка Научно-исследовательского и конструкторского института монтажной технологии (Москва), входящего в Инвестиционно-строительный концерн «Атомстрой», — мобильный робототехнический комплекс МРК-РП. Он предназначен для визуальной и приборной разведки во время спасательных, аварийно-восстановительных работ и пожаротушения при ликвидации локальных очагов возгораний на спецобъектах. Возможности этого устройства, оснащенного датчиками температуры, газоанализаторами, приборами радиационного контроля и поиска, телевизионной инфракрасной телекамерой и тепловизором, были продемонстрированы на практике.

«РосРАО» (Москва) — единственная специализированная организация, профессионально занимающаяся обращением с радиоактивными отходами в масштабах страны, установила в «Манеже» действующую лабораторию на базе микроавтобуса, укомплектованную оборудованием, производящим в режиме реального времени радиационный и дозиметрический контроль в любой географической точке присутствия и анализирующим полученные результаты. 14 таких мобильных комплексов, постоянно обеспечивающих радиационную безопасность людей и окружающей среды, уже рассредоточены от Мурманска до Хабаровска. В ходе выставки работники стенда предлагали желающим пройти персональное тестирование с применением специальной аппаратуры,

измеряющей уровень альфа-, бета- и гамма-излучения. Надо признать, услуга пользовалась спросом.

Форум завершился подписанием ряда документов. Главы МИД РФ и «Росатома» Сергей Лавров и Сергей Кириенко поставили подпись под соглашением «О порядке направления и условиях деятельности представителей госкорпорации «Росатом» в составе диппредставительств и консульских учреждений». При этом Лавров подчеркнул: «Российская дипломатия всегда старалась поддерживать отечественный бизнес за рубежом, и такое сопровождение будет, безусловно, востребовано».

Один из крупнейших в мире поставщиков товаров и услуг в сфере ядерного топливного цикла российская компания «Техснабэкспорт» и американская фирма PSEG Nuclear договорились о поставке в США в 2015–2016 гг. обогащенного уранового продукта. Объем контракта составляет 200 млн дол. и предполагает покрыть потребности двух атомных станций «Салема-1» и «Салема-2» в штате Нью-Джерси.

Ведущая инженеринговая компания «Росатома» по строительству объектов ядерной энергетики за рубежом «Атомстройэкспорт» и Nukem Technologies (Германия) договорились о проектировании и сооружении установок по обращению с радиоактивными отходами для АЭС «Белене», подписав соответствующий контракт.

Иллюстрации из газеты «Атомпресса», 2011, № 23 и других интернет-источников

МАЛАЯ РОДИНА БОЛЬШИХ ДЕЛ

Ольга БАЗАНОВА, журналист

**В 2007 г. в состав Московского государственного
объединенного художественного историко-архитектурного
и природно-ландшафтного музея-заповедника,
сформированного двумя годами раньше на базе усадеб
Коломенское, Люблино и парка Лефортово,
вошел Измайловский остров — уникальный комплекс
памятников XVII-XIX вв. на востоке столицы,
связанный с важнейшими событиями в жизни нашего государства.
Эти места стали колыбелью российского флота,
родиной таких важных отраслей
отечественного земледелия, как интродукция растений
(переселение из естественной среды в новые места),
лесоустройство, декоративное садоводство;
тут находился и «волчий двор» — первый в нашей стране зоопарк.**



Село Измайлово. Гравюра Ивана Зубова. 1720 г.

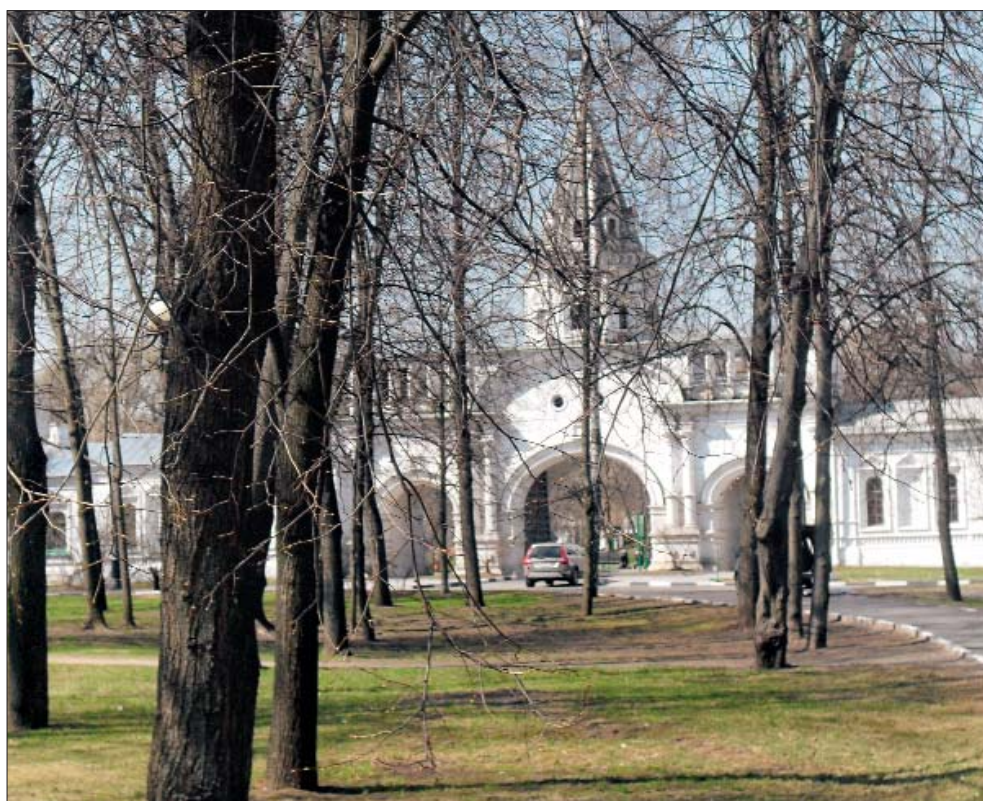
По велению государя Ивана IV Грозного поросшие густыми дубовыми и березовыми лесами здешние земли, в том числе долина реки Серебрянки, перешли младшему брату его жены Анастасии — воеводе и дипломату боярину Никите Захарьину-Юрьеву (в письменных источниках 1570-х годов они упоминаются как его собственность). Унаследовал усадьбу его сын, затем внук, а в 1654 г. — правнук, второй царь из рода Романовых Алексей Михайлович. Поначалу в этой огромной вотчине его более всего привлекало хорошо налаженное охотничье хозяйство (тут был даже питомник, где разводили зверей). Но вскоре венценосный владелец решил устроить в ней образцовую экспериментальную «ферму» и развернул грандиозное строительство.

В 1663 г. тут начали масштабные земляные работы: прокладывали дороги, копали пруды, русло Серебрянки возле села Измайлово разделили вдоль пополам, перекрыли оба получившихся канала плотинами (эти гидротехнические сооружения, для того времени последнее слово науки и техники, строили каменных дел мастера Дмитрий Костоусов и Иван Кузнечик). В результате образовались два пруда — Сере-

бряный и Виноградный, кольцом охватившие часть суши, где стояли деревянные постройки — храм и государевы палаты.

Вокруг рукотворного острова вскоре вырос огромный царский «хозяйственный хутор», представлявший собой, как сказали бы сегодня, уникальный инновационный проект, для его реализации привлекли лучших специалистов. Из Пскова сюда прибыли люди «добрые и умеющие выращивать лен»; из Белгорода — «которые всякие птицы водят, лебеди, гуси и иные»; из Смоленска — мельники, плотники, «рыбные ловцы», пасечники, кожевники, печники; из Киева, Астрахани и даже из Голландии, Германии — садоводы. Тучнели поля, засеянные злаками, гречихой, льном; огороды в избытке снабжали царскую кухню овощами, пряными растениями; в «творилах» (оранжереях) созревали огурцы, арбузы, дыни, виноград, грецкие орехи, благоухало множество экзотических цветов; на аптекарском огороде выращивали лекарственные травы.

Здесь даже пробовали разводить тутового шелкопряда, венгерские груши, миндаль, тутовое дерево и другие не свойственные средней полосе виды флоры,



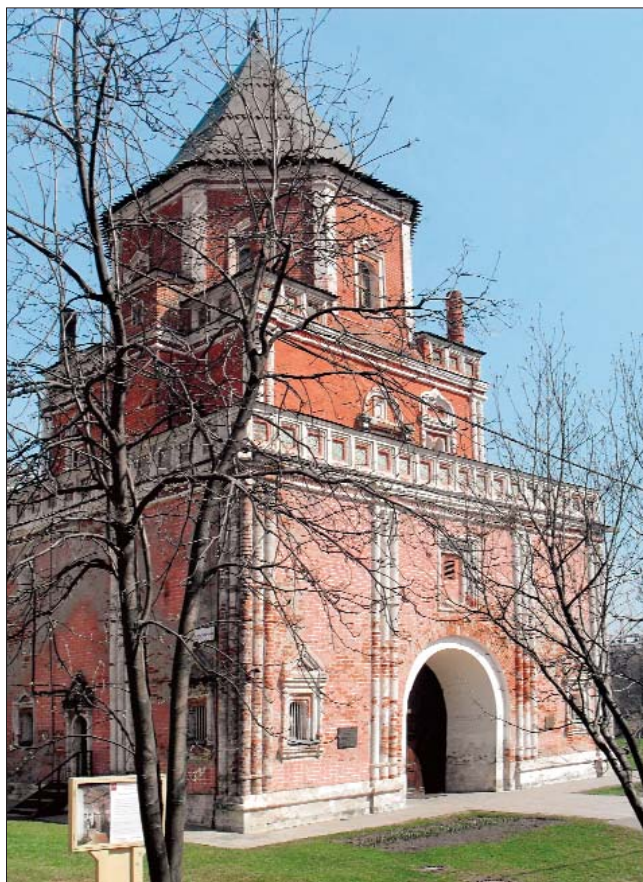
**Въездные ворота
на Государев двор.**

Мостовая башня.

благодаря чему Измайлово считают родиной отечественной интродукции растений. К тому же Виноградный, Просянский, Тутовый, Аптекарский сады служили для прогулок монаршего семейства, поэтому их украшали «чердаками» (беседками), фонтанами, устроили там лабиринт «Вавилон» и т. д. (не случайно бывавшие в здешней резиденции называли ее «новым Версалем»). Так в нашей стране появились «первые ласточки» ландшафтного дизайна, начали овладевать садово-парковым искусством.

Помимо прочего в хозяйстве было 37 водоемов (сохранилось 13) — бобровых загонов и рыбных прудов, большой «волчатник», т. е. зверинец: вольеры с птицами, тиграми, леопардами, слоном. Наконец, здесь занимались еще и хмелеводством, пчеловодством, льнопрядением, пиво- и медоварением, действовали семь мельниц, несколько маслобоен, винокуренный, льняной и стекольный заводы. Надо сказать, Алексей Михайлович любил удивлять иностранных гостей пышными пирами с многочисленными яствами, приготовленными из продукции его «фермы». Как отмечал один из заморских послов, «обед был весьма роскошный, ибо каждому подавалось более 40 блюд, и все, что в них находилось, было цельное; тут были: телятина, дичь, баранина, гуси, утки и другие вареные птицы. Хлебы, которые подавались, были так велики, что два человека могли с трудом нести один хлеб».

Въехать на Измайловский остров можно было лишь по выстроенному через Серебряный пруд уникальному для того времени 14-арочному каменному





На выставке «Московский изразец».

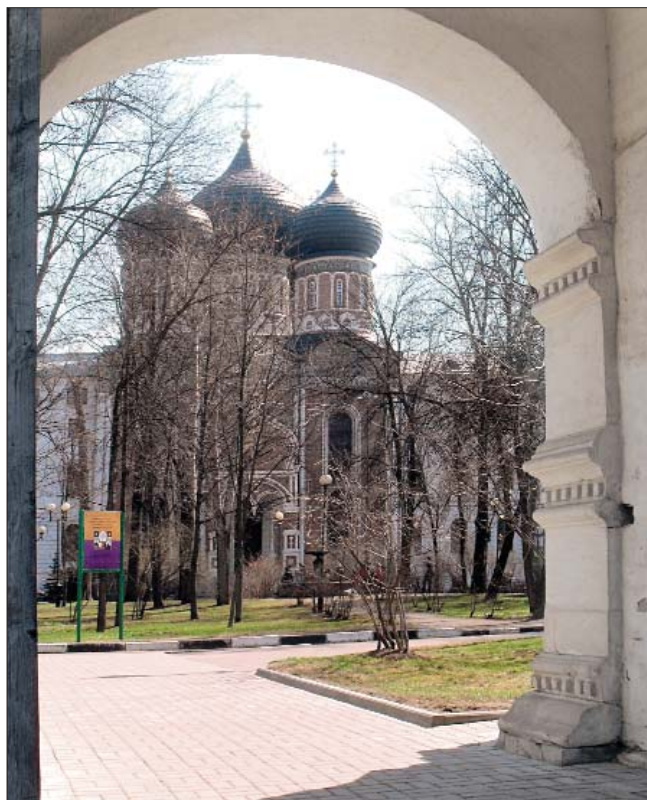


мосту шириной более 10 м и длиной 106 м (разобран в 1770 г.). Он завершался трехъярусной квадратной в плане проездной Мостовой, или Думной, башней, возведенной в 1671-1679 гг. Иваном Кузнецником. В те годы на ее первом этаже находились помещения для священнослужителей и стрелецкие караульни, на втором — комнаты звонарей, а также палата для заседаний Боярской думы, а в начале XVIII в. — Сената (на случай пребывания царя в усадьбе), на третьем же была колокольня. Композиционно башня напоминает некоторые кремлевские: четверик на четверике, выше восьмерик с ярусом звона, гульбищем (служившим дозорной площадкой) и кровля-шатер. Окна декорированы наличниками в виде полуколонок, кокошниками, фасад украшают ряды цветных изразцов

с изображениями диковинных птиц, листьев и цветов.

С 2007 г. нижний ярус Мостовой башни служит главной выставочной площадкой здешнего отдела Московского государственного объединенного музея-заповедника*. Тут представлены всевозможные образцы архитектурной керамики из его обширной коллекции (начиная с самых ранних и кончая изготовленными в наши дни), вошедшие в постоянную экспозицию «Московский изразец». В XIV — начале XV в. каменное и кирпичное строительство в нашей стране приобрело широкий размах, и фасады новых

*См.: О. Базанова. Царская вотчина. — Наука в России, 2011, № 1; она же: Райский уголок. — Наука в России, 2011, № 2; О. Борисова. «Версаль на Яузе». — Наука в России, 2011, № 3 (прим. ред.).

**Собор Покрова Богородицы.**

зданий начали декорировать обожженными глиняными плитками с тисненым узором, аналогичным орнаменту белокаменной резьбы, — «красными» (терракотовыми) изразцами. Изготавливали их методом «набивки» — заливали глиняный раствор в деревянные матрицы с рельефным «негативом» нужного узора. Самый ранний пример использования на Руси такого облицовочного материала — отделка Духовской церкви в Троице-Сергиевой лавре (1476 г., Сергиев Посад)*, а через несколько лет — княжеских палат в Угличе**, соборов в Кирилло-Белозерском, Ферапонтовом монастырях***.

В середине XVI в. заявила о себе многоцветная архитектурная керамика, впервые в России появившаяся предположительно на фасаде столичной церкви Троицы в Никитниках (1634–1635 гг.). Вскоре и другие храмы Москвы, Старицы и Дмитрова**** оделись в уборы из белоглиняных плиток необыкновенной красоты и формы. Однако, как отмечал писатель, знаток отечественной культуры Юрий Мелентьев, «на первом месте следует поставить сокровеннейшую копилку русского зодчества — чудокаменный цветок собора Покрова на рву (ныне изве-

стный как собор Василия Блаженного)*... Откуда бы вы его ни рассматривали, взгляд обязательно будет подведен через шатры, луковичы куполов, округлые линии кокошников к единой грановитой основной главе. На этом центральном шатре зодчие и поместили многогранные «звезды», квадратные и ромбовидные изразцы, покрытые стекловидной полупрозрачной поливой зеленого, коричневого, желтого и оранжевого цветов» (из кн. «Не за три моря», М., 1979 г.).

Но «золотой век» облицовочного изразца наступил в середине XVII в., чем мы обязаны главным образом белорусским «ценинным дел мастерам» Игнату Максиму и Степану Иванову по прозвищу Полубес, создавшим немало шедевров. Достаточно назвать такие украшения нашей столицы, как храмы Григория Неокесарийского на Полянке (1660-е годы), Успения Пресвятой Богородицы в Гончарах (1654 г.), Крутицкий терем (1693–1694 гг., ныне филиал Государственного исторического музея**), Успенский собор подмосковного Иосифо-Волоколамского Успенского монастыря (1688–1696 гг.). Причем гончары своими творениями иногда делали вклады в монастыри и церкви: ведь каждое из них стоило весьма дорого (согласно дворцовым расходным книгам, керамическая посуда числилась в царской казне как драгоценность).

Молодой царь Петр I, путешествуя в 1697–1698 гг. по Голландии, заметил в оформлении интерьеров гладкие белые «кафли», разрисованные синей глазурью, и приказал делать такие в нашей стране. Так родилось новое направление в отечественном изразцовом искусстве. В дальнейшем его развили мастера села Гжель (ныне Раменский район Московской области), славившегося залегающими там светлыми глинами и издавна известного как центр изготовления фарфоровых, фаянсовых и глиняных изделий. До 20-х годов XIX в. здесь выпускали многоцветные изразцы с изображениями цветов, букетов и птиц, а затем перешли к росписи только синей краской. Керамическими отделочными элементами и панно украшали в первую очередь печи — гордость и красу русского дома.

В конце XIX — начале XX в. виднейшие отечественные художники, архитекторы обратились к так называемому неорусскому стилю***, опиравшемуся на образцы старинной живописи, зодчества, декоративно-прикладного искусства, в том числе изразцового. Наиболее яркие произведения того времени в технике обожженной глазурованной многоцветной керамики принадлежат Михаилу Врубелью, создавшему серию скульптур, монументальное панно

*См.: В. Даркевич. Обитель преподобного Сергия. — Наука в России, 2000, № 2 (прим. ред.).

**См.: О. Базанова. Город царевича Дмитрия. — Наука в России, 2008, № 4 (прим. ред.).

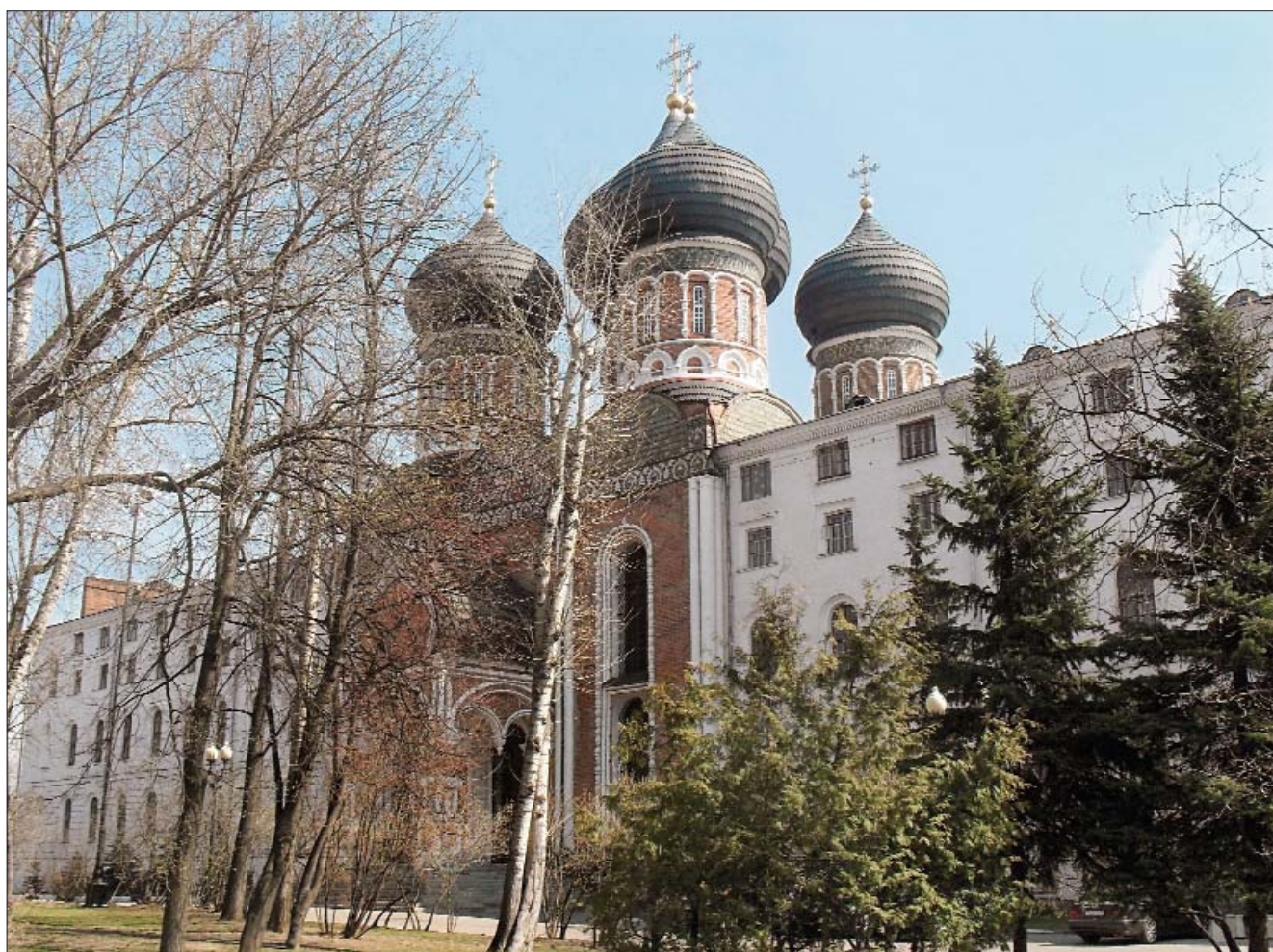
***См.: О. Викторова. Святители древностей. — Наука в России, 2009, № 2 (прим. ред.).

****См.: О. Базанова. Город-сказка. — Наука в России, 2009, № 5 (прим. ред.).

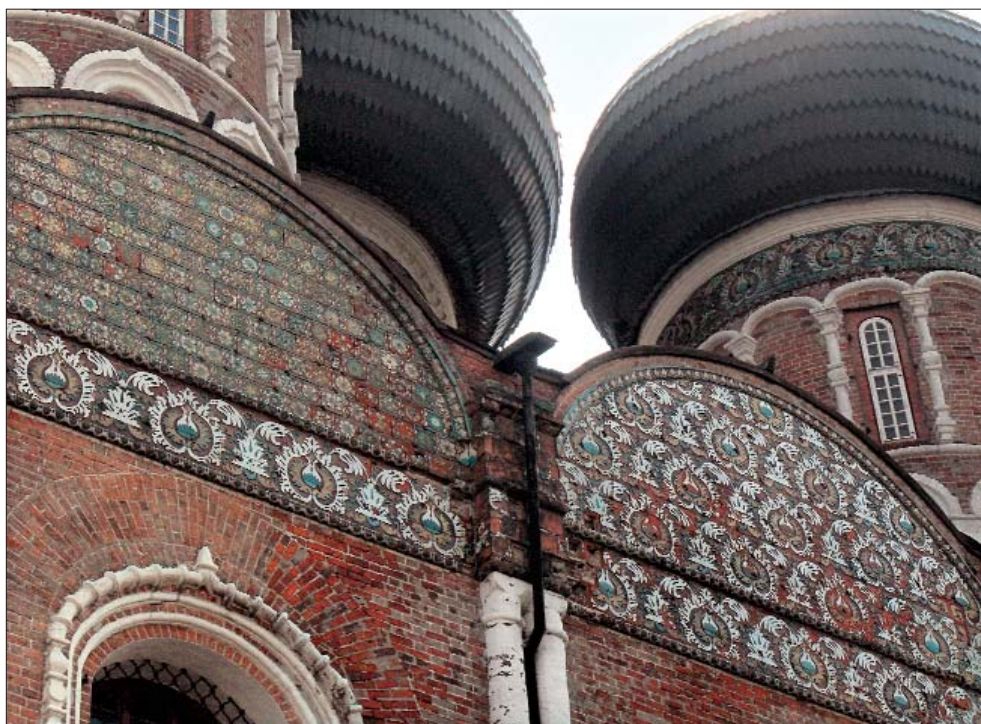
*См.: К. Аверьянов. Главный храм Москвы. — Наука в России, 2011, № 4 (прим. ред.).

**См.: В. Егоров. Сокровищница отечественной истории. — Наука в России, 2004, № 5 (прим. ред.).

***См.: Т. Гейдор. Русская архитектура Серебряного века. — Наука в России, 2009, № 6 (прим. ред.).



*Покровский собор
с пристроенными корпусами
военного госпиталя
и богадельни.*



*Изразцовый узор
«павлинье око» на фасаде
Покровского собора.*



**Памятник Петру I на Измайловском острове.
Скульптор Л. Кербель. 1996 г.**

«Принцесса Греза» на фасаде гостиницы «Метрополь» (1901-1905 гг.), композицию для камина, изображающую встречу былинных героев Микулы Селяниновича и Вольги (1898-1899 гг.), и др.*

За века технология изготовления керамической плитки практически не изменилась. В экспозиции, наряду с древнейшими «красными» изразцами и многоцветными твореньями XVII-XIX вв., представлены выполненные студентами Московской государственной художественно-промышленной академии им. С. Г. Строганова — и подражание старинным образцам, и их копии. Причем изделия показаны на разных стадиях производства: от заготовки глины до обжига в печи, что позволяет проследить весь процесс их создания.

Помимо Мостовой башни на острове есть другие сооружения XVII в.: двое одинаковых трехпролетных белокаменных ворот с гульбищами и башнями (1679-1682 гг., зодчий Терентий Макаров), некогда служившие для въезда на Государев двор, — Передние, или Восточные, и Задние, или Западные, а также величественный четырехстолпный пятиглавый собор Покрова Богородицы (1671-1679 гг., Иван Кузнецик). Возводили его костромские и ярославские каменщики во главе с Григорием и Федором Медведевыми. Все окна декорированы резными белока-

менными полуколонками, оттеняющими красный кирпич стен, барабаны глав внизу обрамлены кокошниками, купола облицованы «в чешую» — медными пластинами, прикрепленными рядами внахлест (наподобие лемеха для «маковок» деревянных церквей).

Но главное украшение храма, не оставляющее равнодушным никого из посетителей Измайлова, — облицовка многоцветными поливными (покрытыми глазурью) изразцами с тисненым орнаментом «павлинье око», созданная «ценных дел мастерами» под руководством Степана Полубеса. Именно он был автором этого узора, напоминающего рисунок на перо павлиньего хвоста (на темно-синем фоне яркая желтая либо оранжевая сердцевина в форме капли или удлинённого глаза в обрамлении зеленых стилизованных листьев), и неоднократно использовал его в своем творчестве.

Масштабам собора соответствовал массивный пятирусный иконостас, один из самых больших в России (высота 18 м, площадь 325 м²), выполненный «Оружейной палаты столярного резного деревянного дела мастером Климом Михайловым со товарищи». Его отличительная особенность — отсутствие резьбы и позолоты на тяблах (горизонтальных брусках) и колонках: их посеребрили и покрыли живописным орнаментом из виноградных гроздьев и груш, символизирующим «райские деревья». Над самими иконами, также колоссальных размеров (до 5 м в высоту), и росписью интерьера работали около 100 лучших московских, костромских, ярославских изографов.

Увы, к настоящему времени от созданного искусниками XVII в. иконостаса собора Покрова Богородицы уцелели лишь несколько образов (они хранятся в столичном Музее древнерусской живописи им. Андрея Рублева). Сейчас идет его реконструкция: коллектив московских и палехских (Ивановская область) художников в 2001 г. воссоздал «тело» грандиозного сооружения, через 5 лет мастера закончили написание всех его 109 ликов, взяв за образец помещенные на алтарных преградах Успенского собора Московского Кремля*, Смоленского храма Новодевичьего монастыря**, а теперь завершаются работы по воспроизведению исторического облика других элементов интерьера.

Во время Отечественной войны 1812 года Измайлово захватили французы: собор разграбили, жгли в нем костры, что вызвало пожар, ставший причиной повреждений свода и главного купола. К 1826 г. здание вконец обветшало, и богослужения в нем прекратили, а через 11 лет начали реставрацию. Это было частью возглавленных виднейшим архитектором Константином Тоном работ по созданию на острове

*См.: А. Николаева. Музеи Московского Кремля. — Наука в России, 2006, № 5 (прим. ред.).

**См.: О. Борисова. «Обитель пресветлая и дивно украшенная». — Наука в России, 2005, № 1 (прим. ред.).

*См.: О. Протопопова. Русский стиль в доме Остермана. — Наука в России, 2011, № 3 (прим. ред.).



Чугунный фонтан.

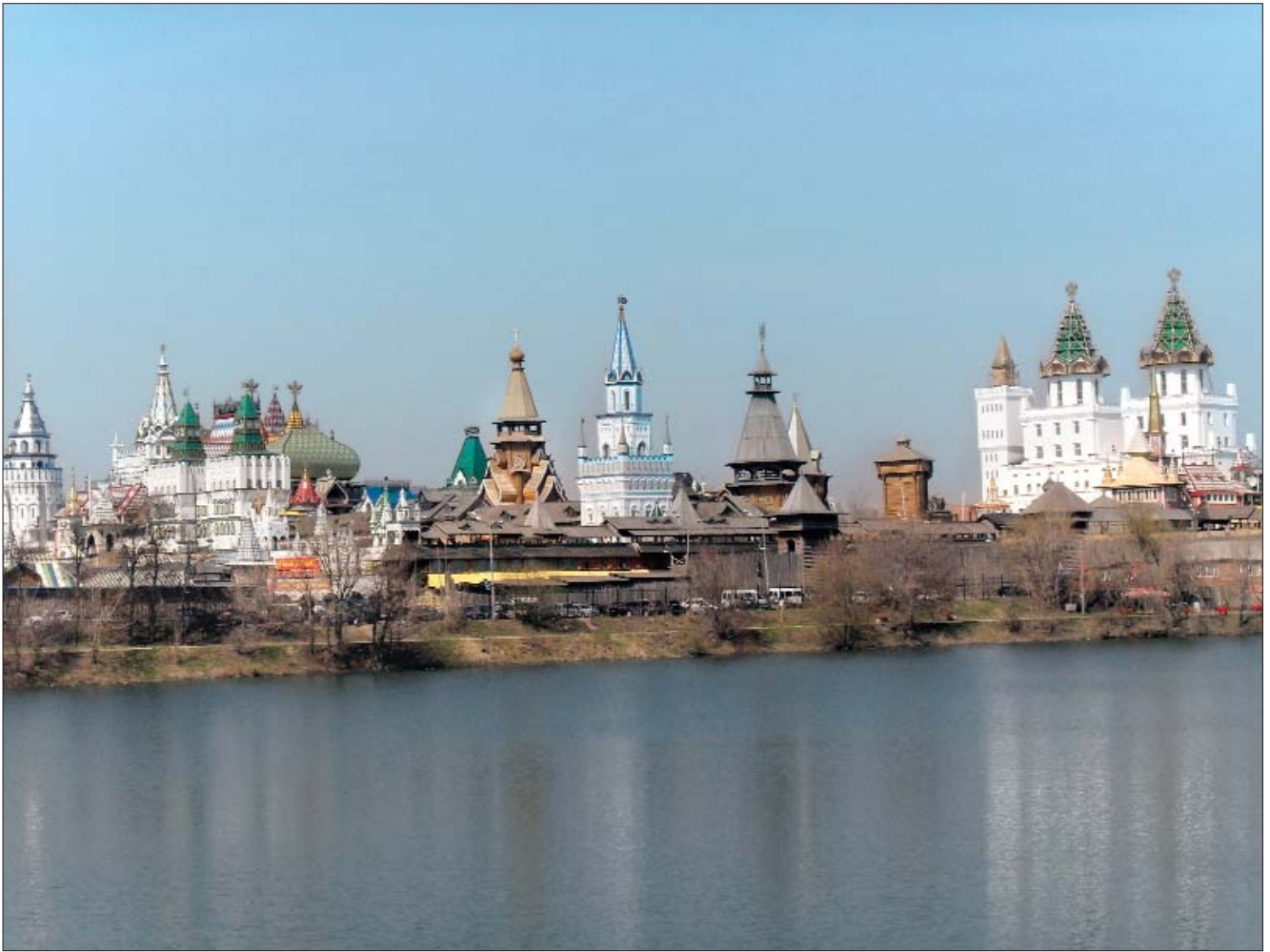
военного госпиталя и богадельни (наподобие парижского Государственного дома инвалидов*) для солдат и офицеров, получивших увечья в схватке с наполеоновской Францией. Было принято решение корпуса нового богоугодного заведения пристроить к храму с трех сторон, причем два боковых — вплотную, чтобы при его открытых дверях лежащие раненые могли слышать проводившееся богослужение.

В Измайлове, как установили историки, в ночь 30 мая 1672 г. родился государь-реформатор Петр I. В 1685-1694 гг. окрестные рощи были местом маневров его «потешных» Преображенского и Семеновского полков, сформированных из «малых ребятков». Кстати, неподалеку находится и так называемое Строкинское укрепление — земляной вал в форме окружности с отходящими от него радиальными валами и прудом в центре, посреди которого стоит остров. Ученые дискутируют о времени создания и назначе-

нии этого объекта, но известно, что юный царь использовал его для воинских забав.

А в мае 1688 г. в амбаре Льяного двора будущий император нашел старый деревянный английский ботик (постройки приблизительно 40-х годов XVII в.). Об этом событии, ставшем, по словам историка Феодосия Веселаго (с 1884 г. почетный член Санкт-Петербургской АН), «ближайшим поводом к созданию русского флота», повествует сделанная самим Петром I запись, вошедшая в предисловие к Морскому уставу 1720 г. Вот выдержка из нее: «гуляя по амбарам..., увидел я судно иностранное, спросил встреченного Франца (Тиммермана), что это за судно. Он сказал, что это бот английский. Я спросил, где его употребляют. Он сказал, что при кораблях для езды и возки. Я паки спросил: какое преимущество имеет пред нашими суднами...? Он мне сказал, что он ходит на парусах не только что по ветру, но и против ветра; которое слово меня в великое удивление привело... Потом я его паки спросил: есть ли такой человек, который бы его починил и сей ход мне показал... И вышереченный Франц сыскал голландца Карште-на Бранта, который призван при отце моем... для де-

*Государственный дом инвалидов в Париже — один из первых (если не первый) инвалидный дом в Европе — построен в 1671-1677 гг. для призрения заслуженных армейских ветеранов. Сегодня по-прежнему принимает инвалидов, а также в нем располагаются музеи и некрополь военных (прим. ред.).



Вид с острова на торгово-развлекательный комплекс «Измайловский кремль».

лания морских судов на Каспийское море, который оный бот починил и сделал машт и парусы и на Язуе при мне лавировал, что мне паче удивительно и зело любо стало...».

С тех пор Измайловскую усадьбу стали величать колыбелью российского флота. Тем более что, по преданию, положившее ему начало судьбоносное решение «морским судам быть» (1696 г.) Боярская дума приняла тоже здесь, заседаая в Мостовой башне. Бот «Святой Николай» — дедушка русского флота, как его впоследствии назвал сам Петр I, сохранился до наших дней и находится в Центральном военно-морском музее в Санкт-Петербурге. А на Измайловском острове в 1996 г. поставили памятник императору (скульптор Лев Кербель).

Однако именно в царствование государя-реформатора, с появлением новой столицы — Санкт-Петербурга*, здешняя резиденция начала приходить в запустение. Возрождать ее начали лишь в 1840-х годах. На месте царского дворца вырос Офицерский корпус, на фундаментах Государева двора — «семейный

инвалидный дом для отставных офицеров и нижних чинов с женами и детьми, приют для вдов семейных инвалидов, школа для детей призреваемых и вольнонаемной прислуги», хозяйственные службы: баня, прачечная, ледники, конюшни и пр. (архитекторы Константин Тон, Михаил Быковский). В 1859 г. территорию украсили выполненные из чугуна великолепный фонтан с колонной и величественные ворота — своего рода Триумфальная арка в честь воинов-ветеранов. В те же годы измайловские рощи перешли в ведение лесничества, по ним проложили просеки, сеть оросительных каналов, насадили новые деревья — словом, осуществили первые в нашей стране мероприятия по созданию лесного хозяйства современного типа.

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

НЕГОЦИАНТЫ – ПОСЛЫ – РАЗВЕДЧИКИ

Кандидат исторических наук Валерий ПЕРХАВКО,
Институт российской истории РАН

«Сказание о Мамаевом побоище» (рубеж XV-XVI вв.) повествует: в 1380 г. великий князь московский Дмитрий Иванович отправился к Куликову полю на бой с золотоордынцами, возглавляемыми военачальником Мамаем, и в качестве информаторов, переводчиков, послов захватил с собой 10 гостей-сuroжан («что случится ему, гости смогут поведать в дальних землях»). Думается, они, представители «лучших людей» купеческой среды, тоже внесли посильный вклад в одержанную тогда русской ратью победу в Куликовской битве, положившую начало освобождению страны от монголо-татарской зависимости.

Летописец назвал даже имена купцов — сподвижников князя Дмитрия, получившего за свой ратный подвиг почетное прозвище «Донской» (Куликово поле находится на берегу Дона, ныне Куркинский район Тульской области). Это Тимофей Весаков, Дмитрий Черной, Дементей Саларев, Василий Капица, Сидор Елферьев, Константин Волк, Кузьма Коверя, Семион Онтонов, Михаил Са-

ларев, Иван Ших (в разных списках «Сказания о Мамаевом побоище» можно встретить другие варианты тех же фамилий). А находившиеся в Москве торговцы вместе с другими горожанами встречали победителя, возвращавшегося с поля брани, что запечатлела одна из миниатюр Лицевого списка «Сказания о Мамаевом побоище» (XVII в.). Кто же такие гости-сuroжане и каково их место в нашей истории?



Гости. Иллюстрация к «Сказке о царе Салтане» Александра Пушкина.
Художник Иван Билибин. 1905 г.

Первое упоминание о русских купцах — посредниках между производителем и потребителем — содержится в договорах X в. с Византией, в столице которой Константинополе тогда уже была их колония. Отечественная коммерческая деятельность быстро развивалась, наши предприимчивые предки осваивали новые транспортные артерии и рынки (прежде всего внешние), а в XII в. даже стали создавать первые корпорации. Однако столь стремительно начавшееся поступательное движение было остановлено монголо-татарским нашествием и вновь дало о себе знать лишь в конце XIII в.

Постепенно произошло расслоение торгового сословия, и в следующем столетии в крупных городах, в том числе в Москве, сформировались группы наиболее богатых и привилегированных купцов. Самую высокопоставленную и потому численно небольшую категорию называли гостями (они были освобождены от ряда повинностей, имели некоторые льготы, нередко владели поместьями), а их «аристократию» — сурожанами. Поясним: ученый и писатель Владимир Даль (член-корреспондент Петербургской АН с 1838 г.), составивший в середине XIX в. «Толковый словарь живого великорусского языка», застал употребление термина «суровской», или «сурожской», т. е. шелковый, и слова «сурога», которым называли того, кто продавал такой товар в розницу.

А в XIV в. Сурожским летописцы именовали Азовское море (иногда вместе с Черным) по крымскому городу Сурож (ныне Судак) — в то время важнейшему перевалочному пункту, привлекавшему многих торговцев из стран Востока, Средиземноморья и Европы. С 1365 г. он входил в состав генуэзских владений, свидетельство тому — построенная в 1371–1469 гг.

здешняя крепость, единственная в Крыму сохранившаяся до наших дней итальянская цитадель. Вот что писал о значении этого оживленного порта побывавший там в 1253 г. французский дипломат Гильом Рубрук: «Туда пристают все купцы, как едушие из Турции и желающие направиться в северные страны, так и едушие обратно из России и северных стран и желающие переправиться в Турцию. Одни привозят горностаев, белок и другие драгоценные меха; другие привозят ткани из хлопчатой бумаги, бумазею, шелковые материи и душистые коренья».

Как показывают археологические находки, сделанные здесь с 1950-х годов по настоящее время, — отечественные изделия XI–XIII вв. (медные кресты, украшения, глиняные поливные пасхальные яйца с узорами, каменные пряслица* и т. д.) — наши купцы тоже бывали в этом городе. Сурожские же еще в XIII в. нередко приезжали на Русь и продавали прежде всего дорогие восточные шелковые ткани, пряности, бумагу итальянского производства, вино, красители, а покупали здесь пользовавшиеся спросом в Золотой Орде, Византии, Италии, Турции меха, воск, мед, льняные изделия, иногда и более экзотичные товары, например кречетов — ловчих птиц, отличных охотников. Некоторые из таких торговцев (в основном греки и итальянцы по рождению), чтобы шире использовать возможности богатого русского рынка, перебирались на постоянное жительство в Москву (таково происхождение известных купеческих династий Саларевых, Ховриных, Шиховых и др.).

К концу XIV в. привилегированная группа столичных гостей, о которой мы ведем рассказ, получавшая

*Прясло — груз для утяжеления ручного веретена и крепления на нем пряжи (прим. ред.).

огромные прибыли от торговли с генуэзскими колониями Крыма, Золотой Ордой, Византией, другими странами Средиземноморья и Востока, приближалась по имущественному и социальному положению к боярству. Очевидно, во многом это объясняется тем, что входившие в нее купцы выполняли поручения московских великих князей, родовитых вельмож, желавших обменять излишки того, что давали их вотчины, на дорогостоящие заморские товары.

В то же время именитые негоданты были весьма заинтересованы в сохранении хороших отношений с золотоордынскими властями, генуэзской администрацией Сурожа и Каффы (современной Феодосии) — тоже крупного торгового центра, куда везли русские товары начиная с последней трети XIV в. Кстати, именно в Каффе Мамай для усиления своего войска перед Куликовской битвой нанял итальянскую пехоту, понесшую в бою значительные потери. Сюда же он через год бежал, разгромленный ханом Тохтамышем, и здесь лишился жизни от рук кого-то из местных жителей (по свидетельству одного из списков «Сказания о Мамаевом побоище» — купца).

Гости-сурожане ездили торговать не только в Крым и Северное Причерноморье, но и на Каспий-

ское побережье, в Закавказье, а согласно косвенным свидетельствам, — даже в Среднюю Азию. В таких случаях их маршруты пролегали по Волге, среднее и нижнее течение которой контролировали правители Золотой Орды. Широкая торговля с большим спектром южных государств, наиболее прибыльное занятие в XIV-XV вв., способствовала быстрому накоплению капиталов в тот период в руках верхушки московского купечества.

Образ удачливого торговца запечатлен в нашем фольклоре. Былинный богатырь Чурила Пленкович, сын старого Пленка Сароженина (т.е. сурожанина), подарил князю Владимиру «золоту казну, сорок сороков черных соболей, другую сорок печерских лисиц, камку белохрущету» (одноцветную шелковую ткань. — В. П.). Как видим, сказители точно описали ассортимент товаров гостей, и подобных примеров их упоминания в русском народном эпосе немало.

Что же касается стран Запада, то ведущую роль в торговле с ними тогда играли суконники, еще одна привилегированная группа купечества. Правда, они стояли на более низкой ступени социальной лестницы, чем сурожане, и не именовались «гостями», следовательно, не пользовались присущими тем боль-

Генуэзская крепость в городе Судак (Крым, Украина).





Карта европейской части России 1575 г. Абрахам Ортелиус (фламандский картограф).

шими льготами. Главным предметом их операций являлось сукно. Знать и зажиточные слои посадского населения предпочитали носить одежду из дорогого английского и фламандского сукна, остальные довольствовались более дешевым и грубым из Германии и Польши либо низкокачественными сермяжными отечественными тканями.

Надо сказать, ассортимент подобной материи был немал, в каждом городе вырабатывали свою, определенного образца, и поступающая к нам из разных западноевропейских центров различалась по технологии производства, качеству, окраске, упаковке. Но благодаря многолетнему опыту московские купцы знали все подобные тонкости. Неутомимых суконников можно было встретить в Вильно (ныне Вильнюс, Литва), Киеве, Новгороде, Полоцке (ныне Беларусь), Пскове, Дерпте (Тарту), Ревеле (ныне Таллин, Эстония). Они привозили туда ценную пушнину, кожи, воск, мед, а приобретали ткани и другие западноевропейские товары, которые с выгодой реа-

лизывали на русском рынке, не только возмещая путевые и прочие расходы, но и получая солидную прибыль.

Нередко предприимчивые люди, разбогатевшие на торговых операциях, занимались ростовщичеством, давая деньги в долг менее удачливым коллегам, кредитовали представителей аристократии, а кое-кто из богатейших купцов стал землевладельцем (самые ранние сведения об этом относятся к концу XIV в.). Свидетельство тому — названия подмосковных сел Ховрино, Саларево, Софрино, Тропарево по известным в XV в. купеческим фамилиям. Но если гостей, как и дворян, наделили правом покупать вотчины, значит, для них в XIV-XV вв. была обязательной государственная служба? Этот вопрос давно занимает исследователей.

Купцы, как жители городского посада, входили в состав народного ополчения, но сурожан и суконников привлекали к военной службе лишь при чрезвычайных обстоятельствах. А случались они в те време-

*Русское посольство
к австрийскому императору Максимилиану II.
Справа купцы со связками пушнины.
Гравюра 1576 г. Фрагмент.*



*Суконник Адам с Фроловских (Спасских) ворот
поражает метким выстрелом из самострела
сына ордынского царевича.
Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI в.*

на нередкое. Так, в 1382 г. на Москву неожиданно напало войско золотоордынского хана Тохтамыша. И оборонять столицу тогда пришлось в основном не профессиональным воинам, а самим горожанам. Закрывшись в Кремле, они стали обстреливать приблизившихся к крепостным стенам врагов из луков, обливать кипятком, смолой, осыпать камнями. Один из них, суконник Адам, стоя на Фроловских (Спасских) воротах, метким выстрелом из самострела на смерть поразил сына ордынского царевича (так свидетельствует «Повесть о нашествии Тохтамыша», 1430-е годы). Этот момент показан на одной из миниатюр Лицевого летописного свода XVI в. (тем не

менее войско Тохтамыша захватило столицу, разграбило и сожгло усадьбы бояр, богатых купцов).

Следовательно, представители верхушки торгового сословия тоже не стояли в стороне, когда речь шла о защите родного города. Что же касается «воинской обязанности», по-видимому, как отметил историк академик (с 1972 г.) Лев Черепнин, сурожане и суконники в данном отношении «обладали определенной привилегией», входя в состав ополчения под началом собственных воевод, и сформированную из них рать рассматривали «как самостоятельную военную единицу, не смешивая ее участников со своими слугами».



Чурила Пленкович.
Художник Андрей Рябушкин.
Из книги «Русские былинные богатыри». 1895 г.

Но в благополучное время гостей, владевших, кроме русского, греческим, итальянским, татарским языками, хорошо знавших политическую обстановку и обычаи соседних стран, имевших там определенные связи, великие князья предпочитали использовать на торговом и дипломатическом поприще. От них можно было получить ценные сведения и полезные советы. Например, летом 1380 г. о том, что Мамай с огромным войском, включавшим выходцев с Северного Кавказа и генуэзских наемников из Крыма, двинулся на Русь, московский великий князь Дмитрий Иванович узнал заранее. Вероятно, среди предоставивших ему информацию лазутчиков были сурожане, часто посещавшие Золотую Орду. Того же мнения придерживался хан Тохтамыш: через два года после этих событий, чтобы обеспечить внезапность нападения на Москву, по свидетельству летописца, он «послал на Волгу татар своих и повелел избить всех гостей русских, а суда их взять на перевоз себе, дабы не было вестей на Русь».

О том, представляли ли московские сурожане и суконники XIV-XV вв. особые корпорации с определенными привилегиями, письменных документов не сохранилось. Хотя косвенные данные указывают на зачатки таких сообществ, где члены имели некие



Новгородские купцы.
Резная панель
на скамье немецких купцов,
торговавших
в Великом Новгороде.
Около 1400 г.
Собор Святого Николая
в городе Штральзунд
(Германия).

**Голландская карта
Московии –
великого княжества.
1593 г.**





Торговля мехами.
Из книги: Olaus Magnus
«Historia de gentibus septentrionalibus...».
Antverpae. 1558 г.



Новгородский торг.
Художник
Аполлинарий Васнецов.

обязанности по отношению друг к другу, пользовались льготами и привилегиями, очевидно, устраивали в складчину общие пиры (братчины), строили церкви. Скажем, сохранились письменные свидетельства о том, что до 1479 г. московским гостям принадлежал деревянный храм Иоанна Златоуста (вблизи Лубянской площади).

«Лучшие люди» русского купечества XIV-XV вв. всячески стремились возвыситься над «черными» — основной массой городского населения — и слиться с боярскими кругами. Что же касается социальной позиции именитых торговых людей, то, исходя из

экономических интересов, логично предположить, что все они, тяготясь феодальными «перегородками», стояли за объединение русских земель и создание единого государства. Действительно, в целом торговому сословию эта идея импонировала, но отдельные его представители проявляли колебания и далеко не всегда поддерживали московских великих князей, стремясь играть более самостоятельную политическую роль.

Иллюстрации предоставлены автором

ПО ГОРАМ И ПУСТЫНЯМ



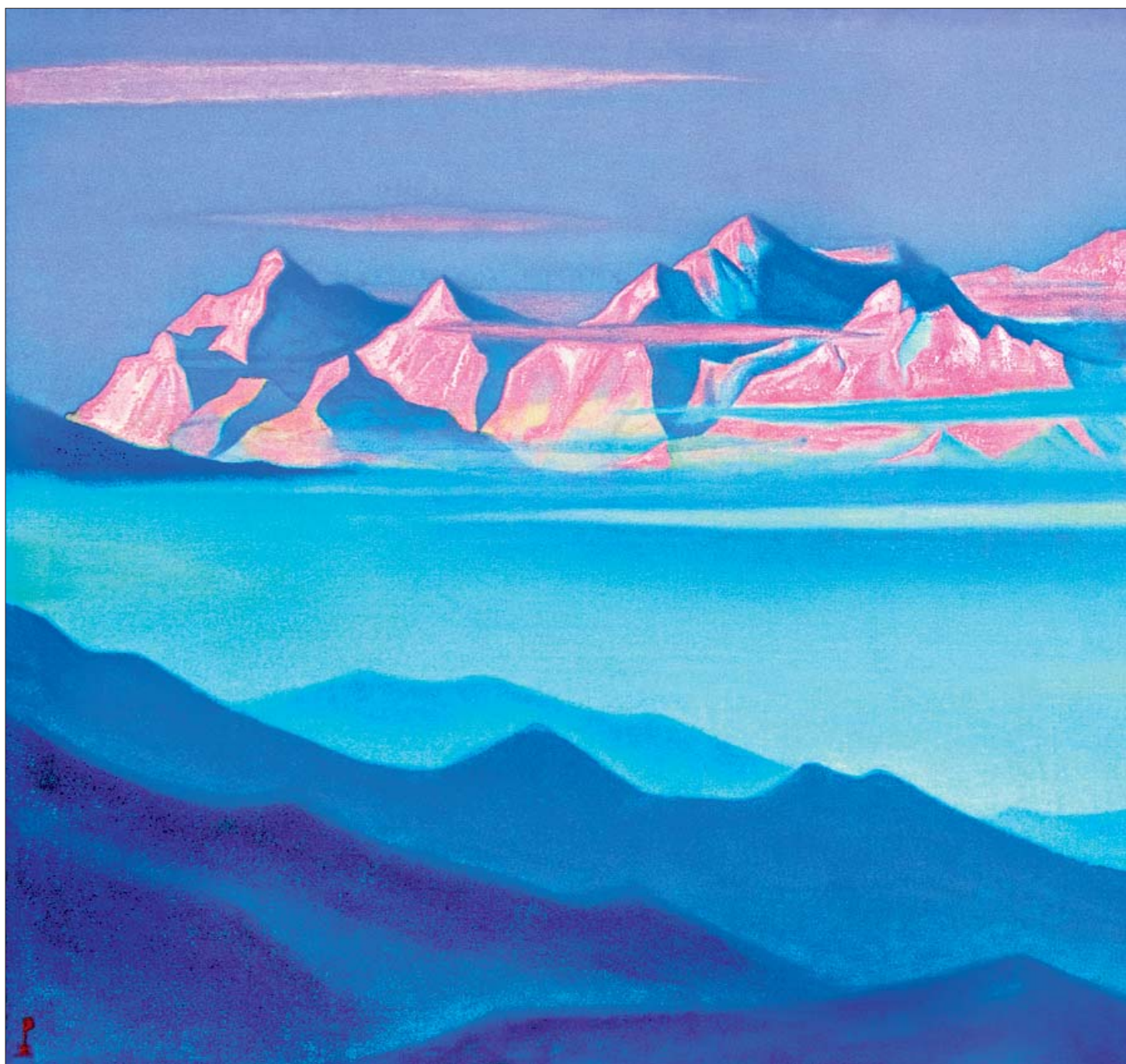
Кандидат географических наук Ольга ЛАВРЕНОВА,
Международный Центр-Музей Рерихов (Москва)

В 1924-1928 гг. известный отечественный художник, мыслитель, археолог, инициатор движения в защиту памятников культуры Николай Константинович Рерих совершил путешествие в Центральную Азию, ставшее новым этапом изучения ее географии, археологии, лингвистики, этнографии. Разделили с ним нелегкую дорогу и труд исследователя жена Елена Ивановна и старший сын востоковед Юрий Николаевич.

Маршрут первой половины экспедиции пролегал по местам, где уже побывали наши путешественники Николай Пржевальский (почётный член Петербургской АН с 1878 г.), Михаил Певцов, геолог и географ Владимир Обручев (академик АН СССР с 1929 г.) и другие: через область Кашмир на северо-западе полуострова Индостан, горы

Каракорум, Кунылунь, реку Кашгар, китайский город Урумчи и пустыню Джунгария к озеру Зайсан, что на востоке Казахстана.

**Николай Константинович Рерих.
Монголия. 1927 г.**



Рерихи начали путь с Гималаев — высочайших гор нашей планеты, знакомство с которыми состоялось в небольшом княжестве Сикким на севере Индии. Николай Константинович тогда записал в путевом дневнике: «Сюда шли великие отшельники, ибо где же в два перехода можно подняться от тропической растительности до вечного снега. Все стадии напряжения сознания здесь». Сверху взидала гора Канченджанга (8585 м), у одной из пяти глав которой, по преданию, находится вход в священную Шамбалу

(мифическая страна в Тибете или окрестных регионах, упоминаемая в нескольких древних здешних текстах). Художник запечатлел величественную вершину на восходе и закате солнца, в разных ракурсах и погодных условиях, а также создал «портреты» соседних — Кабру (7338 м), Пандим (6691 м) и Джомолунгмы (или Эверест; 8848 м).

В Сиккиме Рерихи собрали этнографические коллекции и предметы тибетского искусства, в частности танки (по возвращении из экспедиции Юрий Ни-



**Елена Ивановна и Юрий Николаевич Рерихи
во время Центрально-Азиатской экспедиции.**

**Канченджанга.
Художник Николай Рерих. 1944 г.**

колаевич издал фундаментальную монографию «Тибетская живопись», куда включил их описание)*, и в марте 1925 г. прибыли в историческую область Кашмир, издавна известную как перекресток торговых путей. Над ним возвышалась неприступная Нанга Парбат (8125 м) с почти отвесными склонами. Ху-

*Танка (тхангка) — изображение преимущественно религиозного характера, выполненное клеевыми красками или отпечатанное на ткани, предварительно загрунтованной смесью из мела и клея (прим. ред.).

дожник неоднократно писал мощный силуэт горы, видимый издали, через все перевалы и отроги, озеро вблизи нее, овеянное легендами о нагах — полукочевниках-полузмеях, хранителях мудрости.

Затем через перевал Зоджи-ла (3529 м) экспедиция двинулась в Ладакх — область между хребтом Кунь-лунь и Гималаями. В ее столице Ле путешественники гостили во дворце бывшего короля Ладакха, посетили близлежащие монастыри, записали сказания о странствиях Иисуса Христа. Николай Константино-



Песнь о Шамбале. Художник Николай Рерих. 1943 г.

вич запечатлел буддийские храмы, крепости, горы, долину реки Инд — так родилась серия картин «Святыни и твердыни»; Юрий Николаевич продолжил изучение искусства, в частности кашмиро-тибетской деревянной скульптуры.

В конце сентября 1925 г. Рерихи направились дальше на север. Тяжелейший маршрут — пять высокогорных перевалов — прошли за 12 дней. Преодолев последний, Каракорум (5575 м), Николай Константинович записал в дневнике: «грустно спуститься с гор. Ведь не может дать пустыня того, что нашептали горы. На прощанье горы подарили нечто необыкновенное. На... самой последней скале, к которой мы еще могли прикоснуться..., в Китайском Туркестане, на глянцевито-коричневом массиве скалы... светлыми силуэтами... горные козлы с огромными крутыми рогами..., ритуальные танцы, хороводы и шествия верениц людей. Это именно предвестники переселения народов. И был какой-то особый смысл в том, что эти начертания были оставлены на границе в горное царство. Прощайте, горы!».

В Хотане (Китай) караван, задержанный местными властями, простоял до конца января 1926 г. Дальше лежал трудный и опасный путь через западные провинции страны, горячую Такла-Макан — одну из крупнейших песчаных пустынь мира, затем вдоль южных предгорий Тянь-Шаня. В начале лета того же года Рерихи отправились в Москву, чтобы передать руководителям СССР послание Махатм* Восточного, предлагавших духовную помощь молодому государ-

ству. А в июле-августе — снова встреча с горами — изобильным Алтаем. Эта, вторая, часть экспедиции стала новой страницей в исследовании Центральной Азии: путешественники пересекли с севера на юг Тибетское нагорье, Гималаи и вышли к Индии, пройдя свыше 25 тыс. км через 2 пустыни, 35 высокогорных перевалов, многие из которых на тот момент отсутствовали на географической карте.

На Алтае Рерихи остановились в селе Верхний Уймон, где опять услышали предания о заповедной стране духа, в которую уходили искать староверы, называвшие ее Беловодьем. В основе сведений о ней «лежит сообщение из буддийского мира. Тот же центр учения жизни перетолкован староверами», — писал впоследствии Николай Константинович, имея в виду вышеупомянутую тибетскую Шамбалу. Несколько раз на полотнах Рериха, в том числе и на картине «Победа», написанной почти через два десятилетия после прохождения этого маршрута, уже в годы Великой Отечественной войны, появляется алтайская священная гора Белуха, очаровывавшая чистотой нетронутых снегов. Но исследователей вновь манили далекие Гималаи.

Экспедиция направились в столицу Монголии Улан-Батор, где художник подарил правительству страны картину «Великий всадник» («Ригден Джапо — Владыка Шамбалы»). Здесь Рерихи провели зиму 1926-1927 г., готовясь в дальнюю дорогу. Их маршрут пролегал через монастырь Юм-Бэйсэ, хребет Аньси, урочище Шара-хулусун, и под впечатлением увиденного Юрий Николаевич констатировал: «островные оазисы..., расположенные в горных массивах мон-

*Махатма — человек, достигший высокого духовного знания (прим. ред.).

гольской Гоби, представляют большой интерес как центры расселения кочевого населения в гобийских районах и в древности играли значительную роль в жизни кочевых государственных образований».

Николай Константинович, пройдя этот участок пути, сделал следующие выводы: «Район Монголии и Центральной Гоби ожидает исследователей и археологов... Область так обширна, что не одна и не две, а множество экспедиций с трудом покроют ее. По пути мы встретили прекрасные образцы оленьих камней, высоких менгириобразных* гранитных и песчаниковых глыб, иногда орнаментированных. Также мы встретили ряд нераскопанных курганов большой величины и очень заботливого устройства. Курганы были по основанию окружены систематичным рядом камней; на вершине также были камни. Около кургана, образуя как бы второй ряд, виднелись небольшие каменные возвышения. Особенно интересны были каменные бабы, совершенно того же характера, как каменные бабы южно-русских степей».

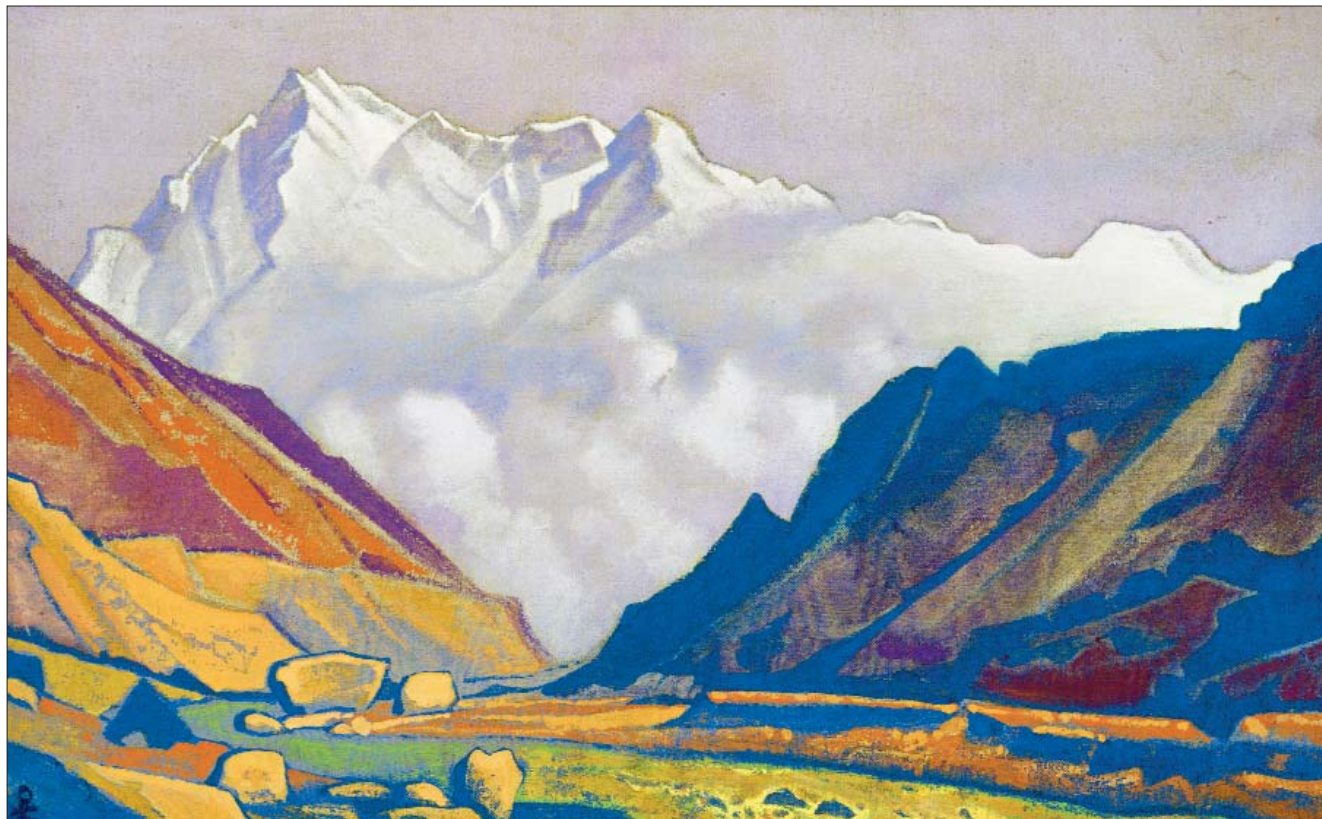
Июнь и июль 1927 г. Рерихи провели на берегу реки Шарагол, проделав за это время несколько выла-

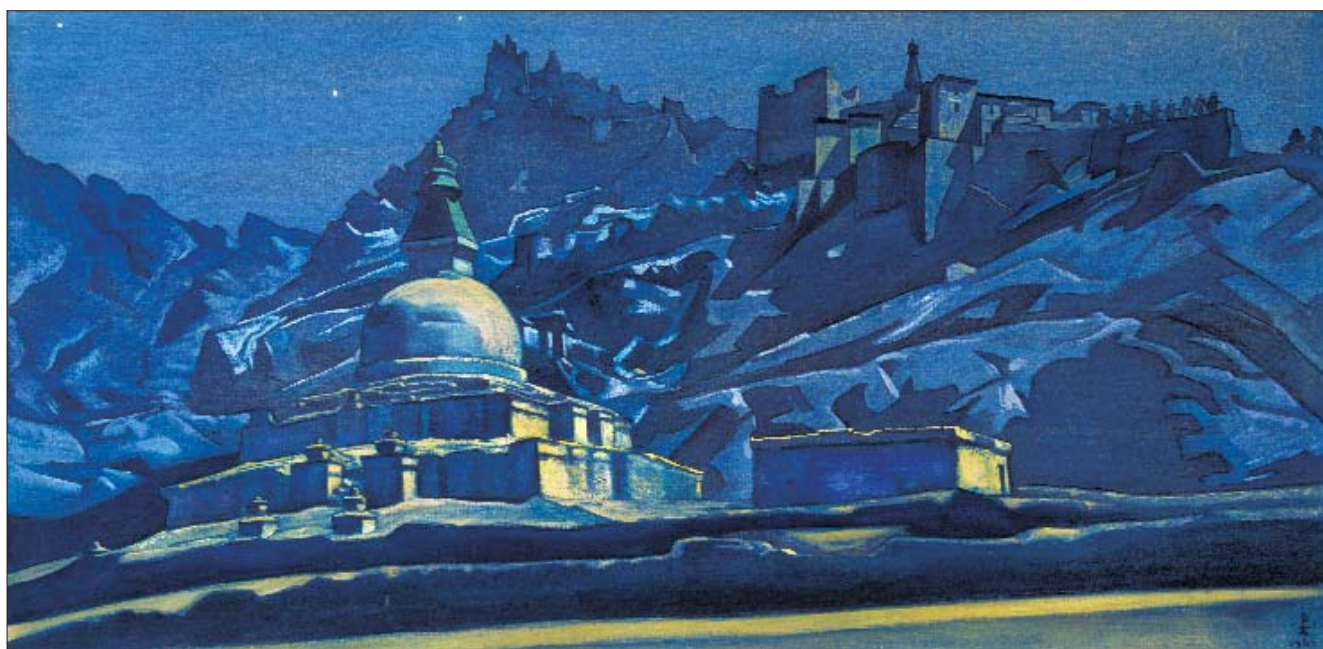
зок в песчано-солончаковую пустыню Цайдам и собрав лингвистический материал по монгольским наречиям. Затем мимо озера Дабасун-нур (Давасан-нур), по реке Нэйчжи-гол они вышли к пограничной реке Дричу, отделяющей Монголию от Тибета, и переправились на противоположный берег. Следующим этапом стал переход через перевал Тангла (4993 м) — по легендам, местопребывание 33 богов и духов, впоследствии не раз запечатленный на картинах Николая Константиновича.

В октябре 1927 г. на высокогорном плато Чантанг местные чиновники остановили караван и фактически обрекли его на гибель. Долгие пять зимних месяцев пришлось провести в невыносимых условиях на высоте свыше 4000 м, погибли несколько человек из сопровождения и едва ли не все животные. Но невежество бюрократов не могло затмить красоту высокогорий и сломить дух путешественников. Художник писал пейзажи, его сын собирал материал о кочевниках племени хорпа. В монастыре Шаруген, где прошла часть зимовки, они нашли собрание писаний тибетского добуддийского шаманизма. Кроме того, открыли интересные памятники: менгиры, кромлехи (несколько поставленных вертикально продолговатых камней, образующих одну или несколько концентрических окружностей), каменные могилы, курганы, где обнаружили предметы с орнаментом в «зверином» стиле, и др.

*Оленьи камни — памятники позднего каменного века — плиты и скалы, покрытые стилизованными изображениями оленей, человеческих и других фигур; менгир — грубо обработанный камень, вертикальные размеры которого заметно превышают горизонтальные (прим. ред.).

Нанга Парбат (Долина у снежных гор). Художник Николай Рерих. 1935-1936 гг.





*Перекресток путей Христа и Будды (Ступа в Ше).
Художник Николай Рерих. 1925 г.*

Когда заточение закончилось, путешественникам предписали отправиться в Индию в обход столицы Тибета Лхасы. Караван двинулся через район Великих тибетских озер и Трансгималаи. Это был малоисследованный район с любопытными археологическими находками. Об одной из них, в урочище Доринг, к югу от озера Панггонг, Николай Константинович писал: «Вы можете представить себе, как замечательно увидеть эти длинные ряды камней, эти каменные круги, которые живо переносят вас в Карнак, в Бретань, на берег океана. После долгого пути доисторические друиды вспоминали свою далекую родину... Во всяком случае, это открытие завершило наши искания следов движения народов».

С перевала Сангмо-бэртик (7000 м) Рерихи увидели долгожданные Гималаи. А пройдя долиной Цангпо (верховье священной реки Брахмапутры) в мае 1928 г. прибыли в Сикким, откуда и начиналось их путешествие. Завершилась реализация грандиозного проекта, все участники которого внесли вклад в мировую культуру и науку. Они провели исследования по истории, археологии, этнографии, истории философии, искусств и религий, географии (Юрий Николаевич, в частности, не раз отмечал несоответствие имевшихся тогда карт региона реальным караванным путям и местонахождениям перевалов). Кроме того, был собран богатейший лингвистический материал, который лег в основу уникального тибетско-русско-английского словаря (М., 1983–1993), множество произведений тибетской живописи и скульптуры, несколько древних манускриптов и др. Но основное внимание члены экспедиции сконцентрировали на особенностях отдельных этносов в контексте Великого переселения народов.

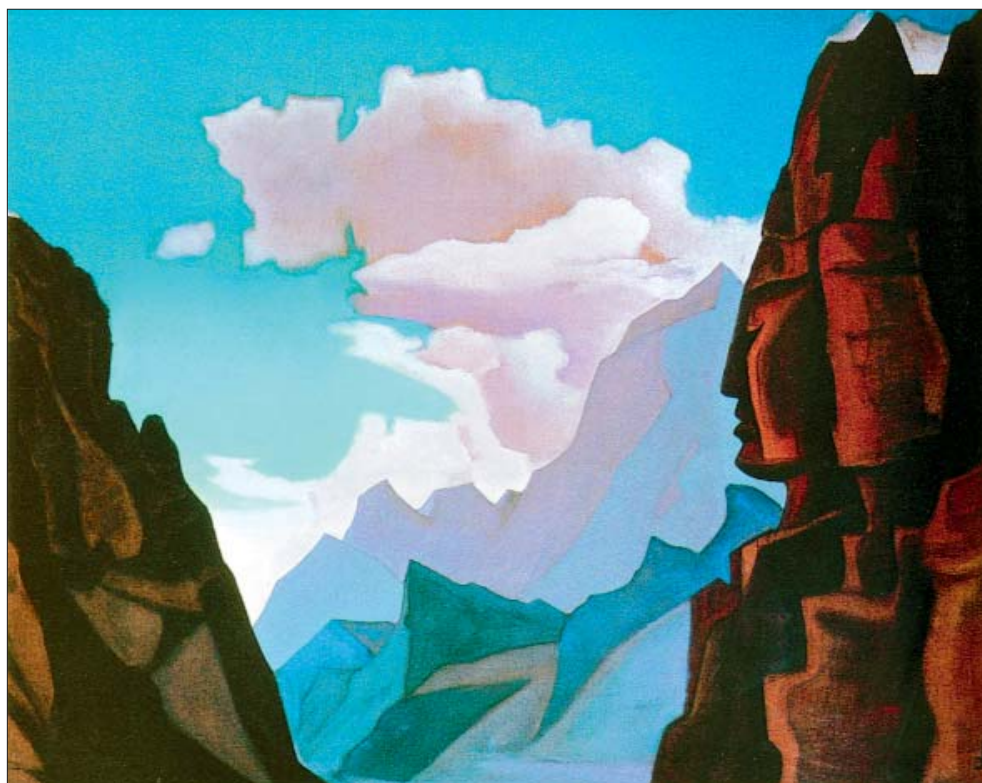
Итогом путешествия стали многочисленные труды его участников, в том числе книга Юрия Рериха «По тропам Срединной Азии» (США, Йель, 1931 г.), содержащая подробное описание пройденного маршрута (характер местности, озера, перевалы с указанием высот, иногда варианты географических названий — местные и принятые на европейских картах и т. д.) и представлявшая несомненный практический интерес для отправлявшихся в этот регион.

Как отметила писатель, востоковед, генеральный директор Музея им. Н. К. Рериха (Москва) Людмила Шапошникова, «пожалуй, ни одна из известных нам экспедиций не была снабжена таким количеством первоклассного художественного материала, как экспедиция Рериха... Кистью написавшего эти полотна водила рука не только художника, поддающегося свободному полету фантазии и прихотям вдохновения, но и точная рука ученого. И тот, и другой словно слились в одном человеке. Художник давал в картинах научную информацию, а ученый обладал художественным прозрением и интуицией» (из кн.: «От Алтая до Гималаев». М., 1998).

Наконец, исключительно важны для изучения Центральной Азии путевые литературные зарисовки Николая Константиновича (вошедшие в изданную в Нью-Йорке в 1929 г. книгу «Алтай-Гималаи») — тонкие этнографические и культурно-философские эссе. Автор поставил вопросы единства корней культур Востока и Запада, фокуса их духовного тяготения, имеющего, по его убеждению, свое место на карте, несмотря на столь различные названия — Шамбала, Царство Пресвитера Иоанна, Беловодье. Причем Рерих отметил: еще в 1900–1910-х гг. несколько научных журналов опубликовали статьи о том, что до сих пор бытуют



Исток Инда.
Из серии «Святыни и твердыни».
Художник Николай Рерих.
1925 г.



Великий Дух Гималаев.
Художник Николай Рерих.
1934 г.

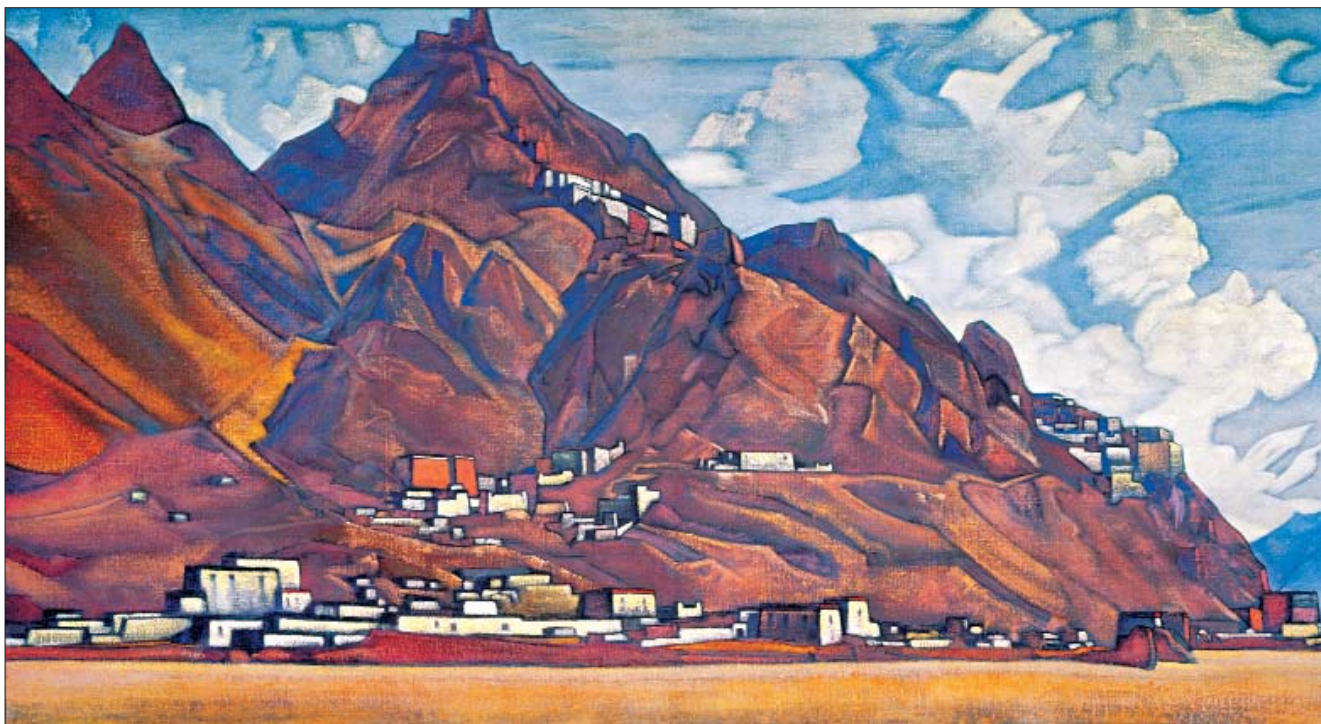
возникшие в среде староверов в конце XVII в. (когда их начали преследовать) легенды о земном рае, где нет гонений. Много раз они пытались найти эту сказочную страну и в поисках ее доходили даже до Индии.

Исследовав множество местных легенд, Николай Константинович пришел к выводу: «Относительность указаний и многие недоразумения о географическом положении Шамбалы имеют свои причины. Во всех книгах о Шамбале, в устных преданиях, рассказывающих об одном и том же месте, ее расположение описывается в высоко символических выражениях, почти недоступных для непосвященных. От-

кроем, например, перевод, сделанный профессором Грюнведем*, известной книги «Путь в Шамбалу», написанной знаменитым Таши-Ламой Третьим. Вы будете поражены обилием географических указаний, затемненных и смешанных так, что только большое осведомление о древних буддийских местах и о местных терминах может помочь вам как-нибудь разобраться в этой сложной пряже».

Материал, собранный во время Центрально-Азиатской экспедиции, был огромен и требовал глубоко-

*Альберт Грюнведель — немецкий востоковед первой четверти XX в. (прим. ред.).



Шекар-Дзонг.
Художник Николай Рерих.
1928 г.



Ладак.
Художник Николай Рерих.
1925 г.

го осмысления. Для его обработки и определения перспектив новых изысканий в 1928 г. в долине Кулу Рерихи основали Институт гималайских исследований «Урусвати» — в переводе с санскрита «Свет утренней звезды», названный так в честь Елены Ивановны (так ее называли духовные учителя), вдохновительницы многих грандиозных планов своего мужа и сыновей. Концептуальной основой научного учреждения, намного опередившего свое время, ориентированного на комплексный исследовательский

подход, была Живая Этика*, созвучная идеям русских космистов** начала XX в. — основоположника

*Живая Этика, или Агни Йога, — философское учение, указывающее на единую духовно-энергетическую основу мироздания и рассматривающее духовно-нравственные стороны бытия (прим. ред.).

**Космизм — философское мировоззрение, в основу которого положено представление о Космосе и человеке как «гражданине мира», микрокосмосе, подобном макрокосмосу. В философии оно связано с учением древних греков о мире как упорядоченном целом, в религиозных системах — неотъемлемая часть теологии, в науке — основано на теориях о рождении и эволюции Вселенной (прим. ред.).

Рукописная карта участка
Центрально-Азиатской
экспедиции
в Музее им. Н.К. Рериха.



современной космонавтики Константина Циолковского*, биофизика Александра Чижевского, естествоиспытателя академика (с 1912 г.) Владимира Вернадского, богослова, поэта Павла Флоренского и др.

На основе Живой Этики Николай Константинович разработал концепцию, нашедшую воплощение прежде всего в документе, известном как Пакт Рериха, — первом международном договоре об охране художественных и научных учреждений и исторических памятников. Он устанавливал преимущество защиты культурных ценностей перед военной необходимостью и был подписан в Вашингтоне представителями 21 государства Западного полушария 15 апреля 1935 г.

*См.: Кузин Е. «Пророк космонавтики, гражданин Вселенной». — Наука в России, 2007, № 5 (прим. ред.).

Новый институт сотрудничал с индийским поэтом и мыслителем Рабиндранатом Тагором*, физиками — лауреатами Нобелевской премии американцами Альбертом Эйнштейном, Робертом Миллиkenом, французом Луи де Бройлем, шведским путешественником, географом, картографом, литератором, художником, этнографом и общественным деятелем Свеном Гедином, отечественным генетиком, ботаником, селекционером, географом, академиком (с 1929 г.) Николаем Вавиловым** и многими другими.

«Журнал Института гималайских исследований «Урусвати» публиковал наиболее интересные ста-

*См.: Е. Челышев. Великий гуманист Индии — В данном номере журнала.

**См.: В.А. Драгавцев. «Желание служить общему благу». — Наука в России, 2003, № 3 (прим. ред.).



*Пир-Панзал.
Художник Николай Рерих.
1925 г.*

ты сотрудников по таким дисциплинам, как археология, этнография, ботаника и т. д., а также отчеты экспедиций, являвшихся важным направлением его деятельности. Например, одна из них была организована в южный Ладакх в рамках всемирной программы изучения космических лучей 1931-1932 гг.: на различных широтах, долготе и высоте над уровнем моря регистрировали ионизацию воздуха и прочие физические параметры, доступные науке того времени. В первые же годы деятельности этого научного учреждения были собраны богатейшие коллекции: энтомологическая и гербарий для Мичиганского университета (США), семян и образцов растительного мира Гималаев для Ботанического сада в Нью-Йорке и Национального музея естественной истории в Париже, семян для Департамента земледелия США, зоологическая для Гарвардского университета (США).

Но в конце 1930-х годов кризис, охвативший экономики многих стран, пресек возможность получения средств на работу этого научного учреждения. Некоторое время оно функционировало благодаря личным средствам Рерихов, получаемым от продажи картин, но столь малых сумм явно не хватало для реализации намеченной программы исследований. В итоге с началом Второй мировой войны институт пришлось законсервировать.

В 1957 г. Юрий Рерих, к тому времени уже всемирно известный востоковед, в Географическом обществе СССР в Ленинграде и его филиале в Москве выступил с докладом о Центрально-Азиатской экспе-

диции (в 1959 г. частично опубликован в журнале «Вопросы географии»). Тем не менее ее «первооткрывателем» для отечественной науки следует считать Людмилу Шапошникову. В 1974 г. она стала членом Комиссии по изучению философско-художественного наследия Рерихов и приняла активное участие в организации празднования 100-летия со дня рождения Николая Константиновича, в 1974-1980 гг. побывала на Алтае, в Монголии, Индии, практически повторив пройденный им маршрут. По итогам этих поездок Людмила Васильевна подготовила фототальбом «От Алтая до Гималаев» с большой вступительной статьей, позволивший многим понять значимость для науки сделанного художником в Центральной Азии, а в 1990-х годах написала посвященную той же теме трилогию «Великое путешествие». Благодаря именно ее усилиям возник Международный Центр-Музей Рерихов — крупнейший в сфере исследования и популяризации наследия знаменитой семьи.

Иллюстрации предоставлены автором

НОВЫЕ СПОСОБНОСТИ ЛАЗЕРОВ

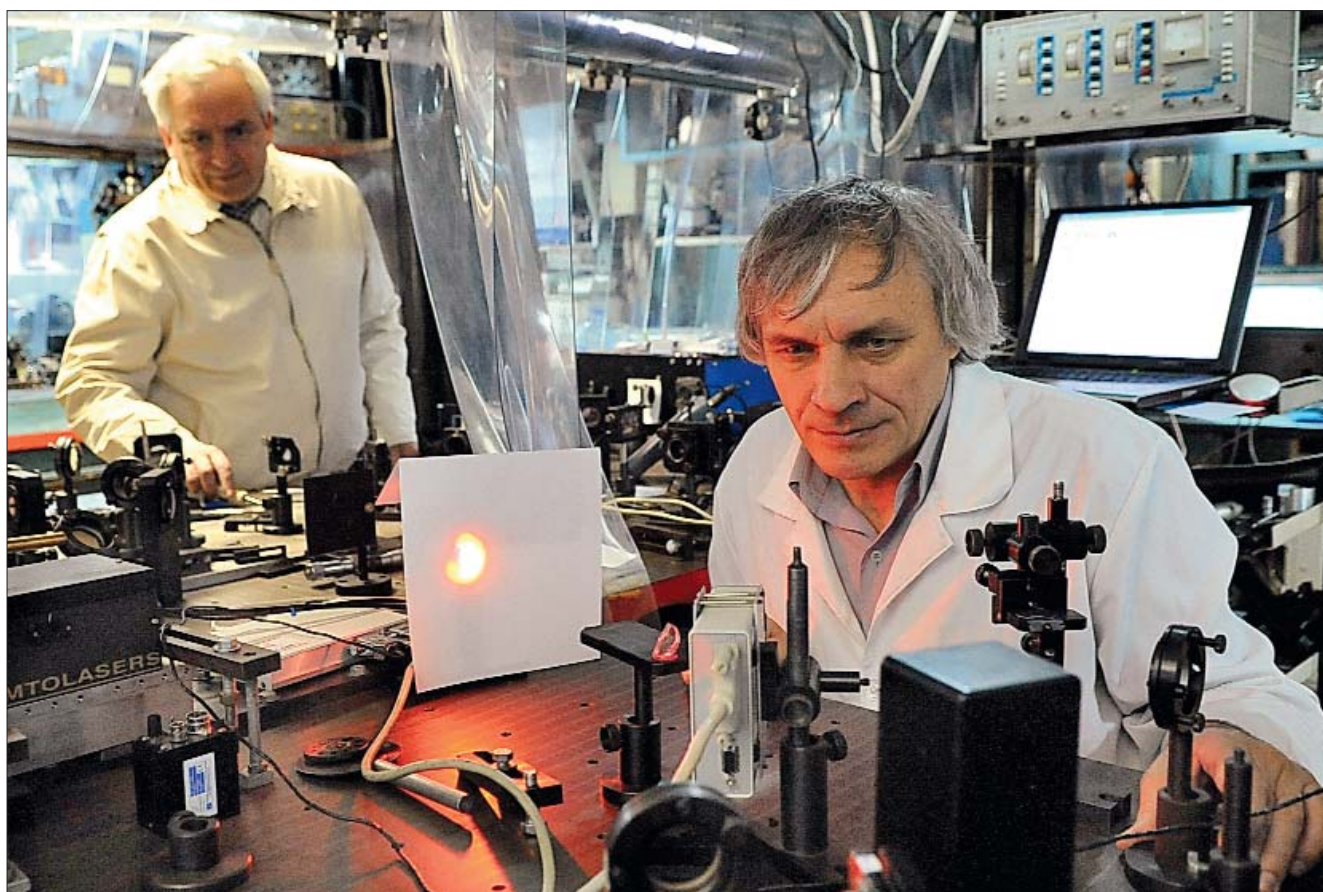
В 1962 г. в Институте радиофизики и электроники СО АН СССР был создан первый в Сибири лазер. В последующем работы в этом направлении интенсивно велись в двух других научных коллективах Новосибирска — Институте теплофизики и Институте теоретической и прикладной механики. А в 1991 г. президиум СО АН СССР постановил открыть на базе их профильных отделов Институт лазерной физики — в нынешнем году он отметил свое двадцатилетие. О ведущихся здесь исследованиях его сотрудники рассказали корреспонденту газеты «Наука в Сибири» Елизавете Садыковой.

Заместитель директора института по научной работе кандидат физико-математических наук Владимир Денисов отметил: «Наши сотрудники внесли большой вклад в создание нового направления: нелинейной лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения. Это важнейший результат, но, конечно, далеко не единственный. Наши достижения в области прецизионной метрологии, стандартов частоты широко известны в стране и за рубежом. Мы первыми в мире создали оптические лазерные часы. Гордимся и разработками в области биомедицины, инновационными технологиями для промышленности, итогами изучения влияния факторов ближнего космоса на космические аппараты».

Конечно, успехи института — это плод объединенных усилий всех его научных подразделений. Старейшее из них — лаборатория мощных непрерывных лазеров. Здесь создают установки с управляемыми характеристиками излучения. В их числе многофунк-

циональный трехкиловаттный CO_2 -лазер, способный работать как в непрерывном режиме, так и в импульсно-периодическом, причем с частотой от единиц килогерц до десятков и даже сотен. «Представьте себе, 120 тысяч лазерных импульсов за одну секунду! — восклицает руководитель лаборатории Геннадий Грачев. — Можно изменять частоту их следования, длительность и форму, а главное — получать импульсные мощности в десятки и даже сотни раз больше, чем в непрерывном режиме. Кроме того, «машина» может перестраиваться по спектру генерации CO_2 молекулы, это более 70 спектральных линий в полосах от 9 до 11 мк».

Широкие возможности управления характеристиками излучения открывают новые направления и сферы применений мощных CO_2 -лазеров — сотрудники лаборатории развивают их в кооперации с другими научными коллективами СО РАН. Так, совместно с Институтом неорганической химии им. А.В. Николаева и Институтом химической кинетики и горения разрабатываются высокопроизводительные лазерно-плазменные нанотехнологии износостойкой модификации поверхности металлов и сплавов. В содружестве с Институтом теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича изучаются аэрофизические эффекты взаимодействия лазерной плазмы с потоком газа (в том числе для перспективных схем ракетных двигателей). При участии Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова готовят эксперименты по получению полупроводниковых гетеросистем для новой элементной базы эле-



Научный сотрудник А. Кирпичников, на втором плане заместитель директора по научной работе Института лазерной физики СО РАН В. Денисов.

ктроники и высокоэффективных преобразователей солнечной энергии. В лаборатории ведут поиск лазерно-химических технологий, основанных на резонансном двухволновом многофотонном возбуждении или диссоциации, ионизации молекул, включая способы лазерного разделения изотопов. Здесь также создаются комплексные лазерные станции с радиусом действия в десятки километров для экологического мониторинга и контроля движения облаков (в том числе насыщенных загрязнителями) над мегаполисами или крупными аэропортами, а также для локации движения самолетов и измерения сейсмических колебаний искусственных сооружений.

Нельзя не упомянуть, наконец, и кажущиеся пока фантастическими, но не лишённые оснований перспективы применения мощных CO_2 -лазеров для создания инжекторов дейтерия/тритиевой плазмы в установках управляемого термоядерного синтеза, а также для уничтожения космического мусора.

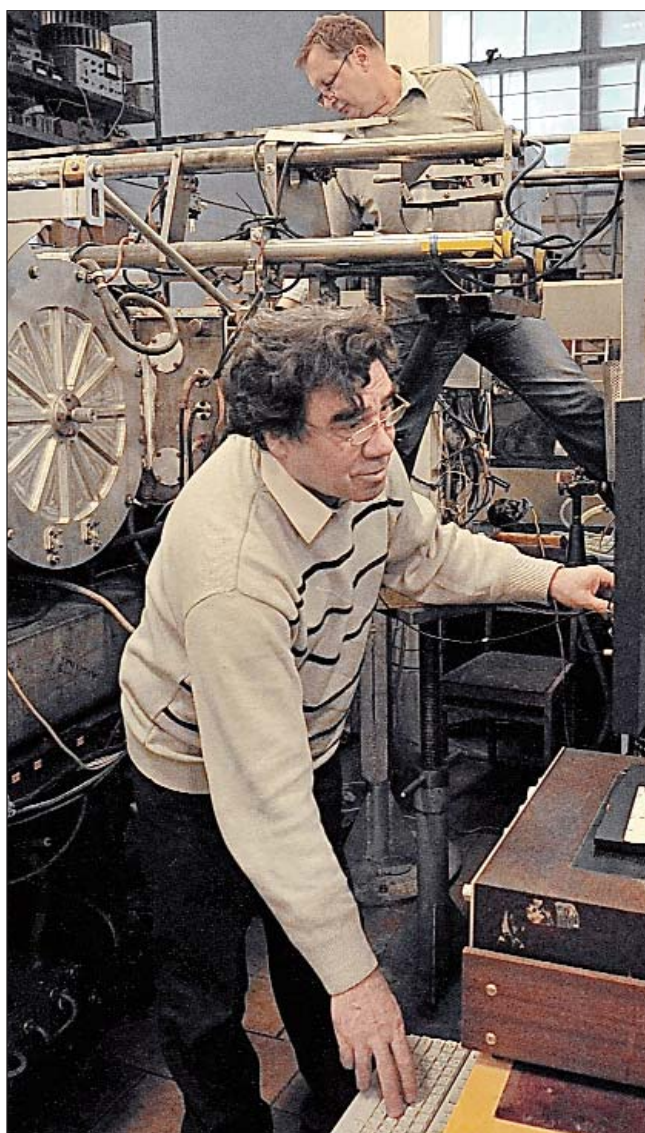
Другое «поле деятельности» у лаборатории физики лазеров сверхкоротких импульсов. Ее сотрудниками предложены принципы генерации фемтосекундных (10^{-15} с) импульсов в оптическом диапазоне и их усиления с последующим превращением в сверхмощные аналоги на основе различных схем. В этой связи отметим, что в настоящее время в ведущих научных

центрах мира предпринимаются попытки создания лазерных систем с пиковой мощностью петаваттного (10^{15} Вт) уровня. С использованием их уже достигнуты пиковые интенсивности порядка 10^{21} – 10^{22} Вт/см². Стоит задача достижения уровня 10^{25} – 10^{30} Вт/см².

Какой интерес это представляет для научных исследований? Если условно разделить лазерные системы по упомянутому критерию, то значение 10^{18} Вт/см² называют релятивистской интенсивностью, так как при таких условиях электрон в поле световой волны приобретает скорость, близкую к световой. Уровень 10^{25} Вт/см² определяют как ультрарелятивистский, при нем протоны в поле световой волны также разгоняются до релятивистских скоростей.

Достижение уровня 10^{25} Вт/см² позволит проверить основы квантовой электродинамики, предсказывающей при указанных интенсивностях возможность наблюдения эффектов, связанных с поляризацией вакуума и его нелинейно-оптическими свойствами. Вакуум перестает быть изотропным, его параметры начинают зависеть от направления распространения излучения. При увеличении интенсивности до 10^{30} Вт/см² (такой уровень называют швингеровским пределом) возможно рождение электрон-позитронных пар из вакуума.

По словам ведущего научного сотрудника лаборатории кандидата физико-математических наук Вла-



Заведующий лабораторией Г. Грачев и главный конструктор А. Смирнов за настройкой мощной CO_2 -лазерной системы.



Инженер М. Зимин.

димира Трунова, значительный интерес представляет реализация режима генерации рентгеновского и гамма излучений фемтосекундной длительности, что позволит в реальном масштабе времени диагностировать структуру нанообъектов, динамику их преобразования, ход химических реакций. Т.е. может быть реализована диагностика не только пространственная (с нанометровым разрешением по трем координатам), но и временная — с фемтосекундным, а в дальнейшем с аттосекундным (10^{-18} с) разрешением. К примеру, полаттосекунды — характерное время перехода электрона с орбиты на орбиту в атоме водорода. Создание источников аттосекундных импульсов поможет подойти к генерации зептосекундных (10^{-21} с). Тогда станет возможным исследование динамики внутриядерных возбуждений, реакций синтеза и деления ядер.

В плане практических приложений одно из наиболее перспективных (с использованием лазерных систем петаваттного и мультипетаваттного диапазонов) — это генерация моноэнергетических протонов и ионов с определенной энергией для так называемой адронной терапии — одного из методов лечения раковых опухолей. В отличие от ускорительных систем, разрабатываемых ядерщиками, схемы ускорения протонов и ионов с использованием мощного лазерного излучения позволяют, меняя только материал мишени, изменять энергию и тип ускоренных частиц.

В лаборатории развиваются новые принципы генерации сверхмощных оптических импульсов, т.к. традиционная линейная схема усиления уже достигла своего практического предела. Разрабатываемые подходы предполагают когерентное сложение полей, для чего отдельные каналы должны быть хорошо



Измерение характеристик ударных волн в лазерной плазме сверхзвукового потока газа.

сфазированы. Для этого планируется использовать разработанные в Институте лазерной физики оптические часы. При продвижении в область генерации сверхсильных оптических полей удастся, по всей вероятности, преодолеть ультрарелятивистский уровень интенсивностей и достичь швингеровского предела.

В настоящее время в лаборатории в сотрудничестве с рядом институтов СО РАН создается стартовая система эксаваттного (10^{18} Вт) лазерного комплекса — мультипетаваттная ($>10^{15}$ Вт).

Еще одно направление, как рассказал старший научный сотрудник Игорь Шерстов, развивают в лаборатории инфракрасных лазерных систем: «В области наших интересов дистанционный и локальный анализ газового состава атмосферы, экологический мониторинг, химическая разведка. Разрабатываем CO_2 -лазеры собственной патентованной конструкции. Наши приборы нашли применение и в медицине. Так, в организме больных людей заводятся специфические бактерии, которые по своему «дышат». И мы предложили лазерный газоанализатор, который может диагностировать состояние здоровья человека по выдыхаемому воздуху и газовому следу бактерий.

В лаборатории разработана целая линейка компактных лазеров. Один из них, переносной лазерный течеискатель «Карат», создан с целью регистрировать

утечки элегаза (SF_6), широко используемого в высоковольтном и импульсном оборудовании в качестве газового изолятора. «Карат» работает в режиме непрерывного забора пробы воздуха со скоростью $10 \text{ см}^3/\text{с}$, «обнюхивая» элегазовое оборудование, имеет встроенный аккумулятор, позволяющий непрерывно функционировать в течение 6 ч. Пороговая чувствительность устройства очень высокая, на уровне 1 ppb (1 частица на миллиард). «Конкурентов при таком «обонянии» у нас практически нет, — отметил Шерстов. — Ближайшие серийные приборы имеют чувствительность по SF_6 на уровне 1 ppm (1 частица на миллион), т.е. в 1000 раз хуже. На сходном принципе детектирования создано устройство по обнаружению паров взрывчатки. Правда, по пороговой чувствительности и селективности оно уступает газовым хроматографам. Однако главное достоинство наших приборов — они работают в реальном времени, почувствовали — и мгновенно отреагировали».

Садыкова Е. Плазма, фемосекунды и сверхкороткие импульсы. — «Наука в Сибири», 2011, № 19

Фото В. Новикова с сайта газеты «Наука в Сибири»

Материал подготовил Сергей МАКАРОВ

БРИЛЛИАНТ В ХРУСТАЛЬНОЙ ИМПЕРИИ

Вера ПАРАФОНОВА, журналист

Город Никольск, приютившийся в Пензенской области, похож на многие малые российские поселения, стоящие вдали от больших дорог. И все же каждый, кто хоть раз побывал в нем, мечтает попасть сюда вновь. И дело не столько в природной красоте здешних мест, сколько в богатстве исторического наследия, хранящегося в одном из его культурных центров — Музее стекла и хрусталя, насчитывающем 13,5 тыс. экспонатов. Уникальность его определяется цельностью коллекции, где наиболее полно представлены произведения талантливых самобытных мастеров и художников-профессионалов XVIII-XXI вв., выполненные в цехах Никольско-Бахметевского хрустального завода (впоследствии — «Красный гигант»), продукцию которого поставляли царскому двору, высшей дворянской знати, богатому купечеству, церквям и монастырям, а также на персидский рынок.



Последний владелец Никольско-Бахметевского завода Александр Оболенский (1847-1917).

«НИКОЛЬСКОЕ, ПЕСТРОВО ТОЖ»

Более 300 лет назад в Засурском стане (ныне район Пензенской области) среди непроходимых лесов на правом берегу небольшой речки Вырган на землях, дарованных в 1668 г. царем Алексеем Михайловичем «за похвальную службу и воинскую доблесть в русско-польской войне 1654-1667 гг.» стряпчему Ивану Бахметеву, возникло село Никольское. Спустя 13 лет на левом берегу появилась маленькая деревенька Пестрово, названная по имени обладателя этих земель дворянина Калистрата Пестрова. В 1761 г. оба поселения перешли в руки одного владельца — сына Бахметева, отставного секунд-майора Алексея Ивановича, и стали называться «Никольское, Пестрово тож», затем — просто Николо-Пестровкой. Такое название существовало без малого 200 лет до переименования села в 1954 г. в город Никольск.

Начало заводу положил указ императрицы Екатерины II от 3 августа 1764 г. о разрешении Бахметеву «завести... в собственных его дачах, состоящих от Москвы в семистах верстах, хрустальную и стеклянную фабрику».

ПЕРВЫЙ ЗАКАЗ ДЛЯ ДВОРА

Бахметев, получив разрешение ее величества, без промедления приступил к строительству сразу трех

фабрик: для выпуска оконного стекла, производства хрусталя и выработки простой посуды. В деревянных зданиях «по 20 сажень длиною и по 8 сажень шириною» разместились «шесть печей, две разводные для закалки изделий, три гончарные и шесть амбаров для склада посуды и материалов». Подобные крохотные производства и заложили фундамент для отечественных стекольных заводов, возникших прежде в Пензенской, Владимирской, Петербургской и других губерниях.

В 1779 г. после смерти основателя бахметевские фабрики перешли в руки его вдовы — Агафоклеи Ивановны, а затем их сына — Николая Алексеевича, при котором и достигли наивысшего процветания.

В октябре 1800 г. государственная Мануфактур-Коллегия выпустила очень выгодный для таких частных предпринимателей указ: «...по достаточному количеству выделяемого на российских заводах стекла, зеркал и всякого рода хрусталя повелеваем привоз оных из-за границы запретить». Однако действовал он, по-видимому, не долго, так как уже в 1805 г. Бахметев вновь ходатайствовал о запрещении иностранного ввоза, способного создать серьезную конкуренцию продукции отечественных частных заводчиков. К тому времени хрустальная продукция его фабрики уже заметно выделялась на общем фоне, поэтому при письме от 13 августа 1805 г. на имя министра внутренних дел графа Виктора Кочубея Николай Алексеевич представил «образцы своих изделий, которые чистотою и отделкою легко идут в сравнение с хрусталем, ввозимым в Россию из чужих краев».

Хлопоты, правда, оказались напрасными (несмотря на высокую пошлину, ввоз стекла и хрусталя в Россию продолжился), но Кочубей получил столь сильное впечатление от присланных образцов, что счел нужным показать их императору Александру I. Тот не только отметил Бахметева подарком, но и заказал ему «для Двора разные стеклянные вещи». Выданную правительством ссуду заводчик употребил исключительно «на увеличение стеклянной и хрустальной фабрик... и доведение их до такой степени совершенства в выделке стеклянных и хрустальных вещей, чтобы они приносили ощутительную пользу Государству». Заслуга Николая Алексеевича еще и в том, что именно он положил начало музейной коллекции, целенаправленно занимаясь собирательством, что практически не делали на других стекольных заводах.

Третий владелец хрустального производства Алексей Николаевич Бахметев, женатый на Анне Толстой, родственнице известного русского писателя Льва Толстого, умер бездетным в 1861 г. Но по духовному завещанию назначил наследником своего внучатого племянника — князя Александра Оболенского, ставшего полноправным владельцем завода в 1884 г. С тех пор история предприятия и развитие культуры села, вплоть до революции 1917 г., были связаны с именем этого предпринимателя.

*Дом Бахметевых-Оболенских.
Рубеж XVIII-XIX вв.*



*Вид на завод и село Никольское.
1900-е гг.*

МАСТЕРСТВО НА ВЕС ЗОЛОТА

Без создания крепкой школы мастеров бахметевское предприятие вряд ли имело будущее, и потому основатель его повелел всем жителям села работать на фабриках. При этом каждый глава семьи должен был не просто овладевать новым ремеслом, но и учить своих детей тому же. Сельчане сразу разделялись на два общества: «фабричных и крестьян». Рабочие имели свой дом и огород и жили заводским трудом, а крестьяне использовали по общему закону наделенную землю, но многие из них ходили на фабрику, где занимались поденной работой.

Первыми к познанию нового ремесла были представлены крепостные Петр и Иван Вершинины. Сказалось ли трудолюбие, свойственное хлебопашцам, природные ли красоты здешних мест или скрытые дарования, заложенные в простых душах от Бога, но братья быстро овладели секретами мастерства и вскоре сами стали готовить достойных умельцев.

Главный мастер завода Александр Вершинин (1765–1828) тоже был крепостным, но именно он сумел довести отделку изделий до такой степени совер-

шенства, что сам государь пожаловал ему золотые часы за создание хрустального сервиза на 70 кувертов (персон) для царского стола. Виртуоз алмазной грани и замечательный художник-миниатюрист, он был еще и отличным изобретателем, прославившим завод своим главным творением, прозванным в народе «вершининским стаканом». Его секрет — в двойных стенках, в узком пространстве которых располагались целые картины; точнее, маленькие макеты пейзажей, сделанные из мха, соломы, птичьих перьев и бумаги. Много лет особое восхищение и недоумение специалистов вызывало то, как мастер сумел соединить стеклянные стенки, не разрушив при этом хрупкие аппликации. Ни при жизни, ни после смерти Вершинина никто не смог воссоздать подобные изделия. Именно поэтому они были очень дорогие. Один из них с миниатюрным изображением прогуливающихся людей, усадьбы, деревьев, зверей и птиц почти 200 лет (с 1802 г.) сохранял свой первозданный вид, пока в середине 1990-х самый ценный музейный экспонат не украли в результате разбойного нападения.



Кувшин.
Хрусталь, алмазная грань, роспись золотом. Первая треть XIX в.
Рюмка с вензелем.
Хрусталь, гранение, золото (слева).
Первая треть XIX в.
Кружка с портретом.
Хрусталь бесцветный, алмазная грань, краски, золото, медальон молочного стекла (справа).
Автор Александр Вершинин.
Первая четверть XIX в.



Кубок «Всадник».
Бесцветный хрусталь, гранение, серебряная протрава, матовая гравировка. 1830-е гг.



Кубок с гербом Бахметевых.
Хрусталь, молочное стекло, гранение, краски, золото.
Первая треть XIX в.

ОПЫТ СТАРИННЫХ РУЧНЫХ ТЕХНИК

Первые владельцы завода прекрасно изучили европейское стекло. Часто бывая за границей, привозили или выписывали его с лучших заводов, чтобы отечественные мастера могли знакомиться с передовыми достижениями в этой области. А особо сложные образцы по форме, декору и технологии изготовления местные умельцы повторяли. В заводском музее бережно хранят рубиновые кубки: один 40-х-50-х годов XIX в. из Богемии (Чехии), другой первой половины

XIX в. из Николо-Пестровки. Они лишь немного отличаются рисунком и размерами. На другой музейной полке стоят тоже очень похожие изделия: вазы молочно-зеленая, привезенная в 1850-1860 гг. с завода из города Баккара (Франция), и молочно-розовая, сделанная во второй половине XIX в. по зарубежному образцу бахметевскими стеклодувами.

Мастера украшали творения цветами и травами, птицами и животными, разнообразными насекомыми. Роспись сюжетную и орнаментальную выполня-



Графин и фужер с вензелями Бахметевых.
Хрусталь бесцветный, алмазная грань («острый камень»).

Первая треть XIX в.



Ваза «Розовая».
Стекло глушеное розовое, выдувание,
роспись золотом, белой эмалью. 1870 г.

ли эмалью, красками, золотом, серебром. И не было в мире ни одной технологии художественного стеклоделия, которую не применяли бы здесь. Знаменитый шар с клумбой (XIX в.), например, выполнен в технике «миллефиори» (разновидность венецианской нити). Получившая в свое время широкое распространение древняя цветная филигрань, принесшая славу и богатство Венеции, стала традиционной и на Бахметевском заводе. Изобретательные специалисты декорировали предметы широкими лентами из стекла, дробиками разных оттенков, создававшими в толще массы спиральный или кружевной рисунок.

Для получения многоцветья стекловары использовали самые разнообразные добавки. В цехе при составлении шихты для печей все делали по специальному рецепту в зависимости от конкретного заказа. Например, в XIX в. исключительной популярностью пользовались нежно-зеленые изделия, созданные из стекла с добавлением урана. Однако с середины 40-х



Кружка с медальоном.
Хрусталь, алмазная грань, золото.
Первая треть XIX в.



Молочно-розовая и молочно-зеленая вазы, выполненные российскими (с. Николо-Пестровка) и французскими (г. Баккара) мастерами. Вторая половина XIX в.



Шар с цветочной клумбой. Техника «миллефиори». XIX в.

годов XX в. его перестали варить из-за предполагаемой радиоактивности, но с успехом применяли другие красители, варьируя соотношение элементов практически всей таблицы Менделеева. Скажем, добавки кобальта придавали продукции синий цвет, марганца — фиолетовый, хрома — зеленый. Медь в различных сочетаниях давала бирюзу, красные и даже яшмовые оттенки, а в купе с хромом — изумрудно-зеленые. Чтобы получить молочно-белое стекло для имитации тонкого фарфора, в стекломассу добавля-

ли костяную муку. Малиновый и янтарный цвет получали добавками соответственно золота и серебра.

В 30-х-40-х годах XIX в. основным технологическим новшеством стало многослойное цветное стекло. Его, как и хрусталь, украшали алмазной гранью, в том числе широкой. Мастера извлекали из цветного и бесцветного материала все новые возможности, достигая художественного эффекта за счет разнообразия форм и оттенков, применения в одном сосуде несколько различных способов отделки. И только матовая гравировка не получила широкого распространения из-за высокой трудоемкости. В коллекции музея есть великолепный пример использования разных технических приемов в одном изделии — чайная пара, изготовленная в последней трети XIX в. из бесцветного стекла с подцветом золотого рубина, гофрированная, с росписью фиолетовой краской, эмалями и прилепленными к стенкам нежно-розовыми каплями.

В вазах из глушеного (непрозрачного) матового стекла здешние мастера применили не только роспись золотом, но и искусную имитацию под драгоценные камни. В такой технике сделана представ-



Чашка с блюдцем. Бесцветное стекло с подцветом золотого рубина, розовые наклепанные капли, краска, эмали, золото. 1880-е годы.

**Парные вазы с инкрустацией
под драгоценные камни.**

ленная в экспозиции пара ваз, украшенных инкрустацией мельчайших капелек, образующих узор в виде виноградных лоз. Рядом на музейной полке — россыпь «драгоценных камней» из простого цветного стекла. Здесь действительно можно увидеть изделия с невероятным количеством оттенков: под мрамор, яшму и даже под авантюрин.

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРИЗНАНИЕ

Перед первыми владельцами завода не стояла задача массового изготовления продукции (хотя здесь выпускали и бытовую «мелочь» — люстры, подсвечники, бра, садовые светильники, нарядные керосиновые лампы и фундаментальные украшения для интерьера). На то существовали более мощные предприятия — Гусевский или Дятковский хрустальные заводы. Бахметевы же, скорее, стремились стать законодателями мод в отечественном стеклоделии. В то время им поступали заказы на сервизы и другие предметы от царского двора, персидского шаха, соборов и монастырей. И каждый мастер работал в неповторимой манере. Не случайно одному из немногих Никольско-Бахметевскому заводу позволили еще в 1836 г. украшать продукцию двуглавым орлом — государственным гербом и изображать его на своих прейскурантах (каталогах). Предприятие брало первые призы на выставках российских мануфактурных изделий 1829 г. (тогда сыну основателя завода поручику Николаю Бахметеву присудили Большую золотую медаль за «отличный хрусталь»), а также 1835 и 1843 гг.

В 1884 г. Оболенский вложил дополнительные средства, позволившие модернизировать производство и повысить качество продукции. Получив в 1896 г. на выставке в Москве заслуженное признание, завод вновь подтвердил право изображать на стекле царский герб. В 1900 г. на Всемирной выставке в Париже его изделия — два уникальнейших прибора для ликера и третий — для пива, а также несколько стаканов (сегодня они украшают экспозицию музея) — были отмечены Большой золотой медалью. А авторы — Никанор Протасов (правнук Александра Вершинина), Иван Вертузаев, Василий Рогов и Петр Куликов — за высокое мастерство решением авторитетной комиссии награждены бронзовыми медалями.

Надо признать, мастеровой люд Николо-Пестровка почитал своих хозяев — владельцев завода. И было за что. Кстати, именно Оболенский впервые в России ввел постоянное квалифицированное руководство в художественном стеклоделии, пригласив в 1903 г. на предприятие Адель Якобсон, выпускницу Санкт-Петербургского художественного училища барона Александра Штиглица. Прежде чем приступить к делу, она побывала во Франции, Германии, Австрии и только в 1906 г. начала трудиться в Никольске, проработав здесь до 1921 г. Якобсон организовала в городе художественную школу, где учились



будущие известные мастера. Десятки династий стеклоделов за более чем двухвековую историю воспитало никольско-бахметевское заведение.

НОВАЯ СТРАНИЦА СТАРОГО ЗАВОДА

После революции 1917 г. завод, сменивший название на Хрустальный № 1, стал народной собственностью. Предпринимавшиеся неоднократные попытки разгрома предприятия и его музейной коллекции пресекали сами рабочие, организовавшие вооруженную охрану из 300 человек. Но церковь Воскресения Христова — одну из красивейших в Пензенской губернии, построенную Бахметевым еще в начале XIX в., богатую и изысканную по убранству (в ней даже пол был из плит голубого стекла), уберечь от разграбления не удалось. Ее великолепие показалось излишеством. Так на обломках старого началась иная жизнь.

Смена в 1923 г. вывески на «Красный гигант» не принесла существенных изменений в жизнь завода: он продолжал выдавать «на гора» сортовую посуду, не забывая, правда, и о высокохудожественных заказах. Новую страницу открыли в конце 1930-х годов, когда началось тесное творческое сотрудничество с народным художником СССР, выдающимся скульптором Верой Мухиной, продолжавшееся несколько десятилетий. Ее участие в создании многих экспериментальных работ и произведений прикладного искусства



Кубок. Стекло,
техника венецианской нити.
Выдувал Михаил Вертузаев.
1941 г.

Народный художник СССР
Вера Мухина.

ва придавало заводу силу. В 1938-1939 гг. по ее проекту здесь создали хрустальный сервиз «Кремлевский».

К тому же периоду относится и изготовление подлинного шедевра — уникальной вазы-фонтана художника Иосифа Чайкова (1888-1979) для Международной выставки в Нью-Йорке (1939 г.). Ее высота по эскизам составляла 4,2 м, а ширина чаши — 2,5. Ни один завод не соглашался на такой сложный заказ, пока известный в стеколделии академик Николай Качалов (1883-1961) не посоветовал живописцу отправить его в Никольск. «Там тебе дедовским способом все и сделают», — напутствовал он. Вместе с Чайковым в Пензенский край выехал ленинградский инженер-технолог Федор Энтелис (1907-1995). Никольчане за 7 месяцев не только изготовили это изделие, но и добавили своей выдумки и смекалки. Основание фонтана они украсили одиннадцатью многоцветными национальными коврами, сварив стекло семи цветов, над ними расположили овальные хрустальные медальоны с названиями союзных республик на языках народов СССР. В истории художественного стекла ни один экспонат не мог с ним



Стол. Проект Веры Мухиной. 1939 г.

Фрагмент экспозиции музея
с работами второй половины XX в.



Коллекция Музея стекла и хрусталя. 2010 г.

сравниться: вес чаши составлял 450 кг, отдельных деталей — от 80 до 90 кг. При их изготовлении стекло на трубку набирали до 14 раз! Фонтан был увенчан снопом из 250 колосьев, из которых били струи воды (сейчас его местонахождение неизвестно).

В годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. вместе с мастерами предприятия художник Анна Липская изготовила серию «орденских кубков», чем подняла тему героики. Историки прикладного искусства считают их прототипами последующих работ из стекла, создававшихся в послевоенные годы в память о тех или иных знаменательных событиях. Тема эта, впрочем, не нова. Еще во время Отечественной войны 1812 года мастер Вершинин создавал на Бахметевском заводе кубки, фужеры, стаканы, кружки и бокалы с медальонами и надписями под рисунками: «Ликуй Москва, в Париже росс, взят 19 марта 1814 года».

Сегодня музей располагается в новом, специально построенном для него здании и пополняется старинными и современными экспонатами. Сюда все чаще

приезжают ныне здравствующие потомки прославленных мастеров — познакомиться с их работами, отдать дань уважения предкам. Но в рассказах хранителей и собирателей коллекции нет-нет, да и промелькнут грустные нотки. Дело в том, что «Красный гигант» в 2010 г. ушел с молотка, не дожив до своего 250-летия каких-то четырех лет, оставив после себя лишь малую толику — Музей стекла и хрусталя — бриллиант в российской короне. Свидетели высочайшего профессионализма и художественного вкуса николевских мастеров, начиная с первых заводских предметов, ныне выставлены также в залах санкт-петербургского Эрмитажа, Русского музея, Павловского дворца, Государственного исторического музея (Москва).

Иллюстрации предоставлены автором

ФРИТЬОФ НАНСЕН И РОССИЯ

Вячеслав МАРКИН, журналист

**Узкой полосой протянулась по «гриве» Скандинавского полуострова
страна, название которой – Норвегия –
происходит от слов «nord vegr», означающих «северная дорога».
Это дорога, ведущая с юга на север, в Заполярье.
И не случаен факт, что ее суровая земля дала миру
великих путешественников, исследователей природы Севера.
Наверное, не случайно и другое обстоятельство:
имена норвежских первопроходцев, прежде всего Фритьофа Нансена
(в 2011 г. отмечается 150 лет со дня его рождения)
и Руала Амундсена, получили необыкновенную популярность в России –
стране, всем своим широчайшим фасадом обращенной к северу.**

НИКОГДА НЕ ОТСТУПАВШИЙ

Известно, что русский писатель Антон Чехов* собирал материал о Нансене, предполагал даже съездить с этой целью в Норвегию, намереваясь воплотить в герое будущей пьесы образ, с его точки зрения, идеального представителя рода человеческого, каким он считал именно знаменитого норвежца. К сожалению, реализовать эту идею Чехов не успел.

В историю вписаны многие деяния Нансена: беспримерный его дрейф на вмерзшем в лед у Новосибирских островов осенью 1893 г. судне «Фрам», по-

*См.: В. Васильев. «Со временем все мои вещи должны увидеть свет...» – Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).

следующее путешествие через всю Сибирь, завершившееся написанием книги «В страну будущего», его помощь военнопленным Первой мировой войны, «нансеновские паспорта» – введенные Лигой Наций временные удостоверения личности, оказавшиеся спасительными в 1920–1921 гг. для сотен тысяч беженцев в Европе. Исключительна его роль в организации международной помощи голодающим Поволжья в 1921 г. и пострадавшей от геноцида 1915–1916 гг. Армении. Но и в годы, когда он, казалось бы, целиком погружался в общественную деятельность, его не оставляла мысль о продолжении научных работ в Арктике.

**Экипаж и Нансен
в спасательной шлюпке
на борту «Фрама».
1 июля 1893 г.**



Когда в 1924 г. в Берлине было образовано международное общество по исследованию Арктики с помощью воздушного корабля, его президентом единодушно избрали Нансена. Организация высадки группы на Северный полюс с использованием дирижабля обсуждалась на заседаниях этого общества в Берлине в 1926 г. и в Ленинграде в 1928 г. К участию в экспедиции привлекли советских полярных исследователей. Для сбора необходимых средств Нансен совершил поездку с лекциями по городам США и Канады. К полету готовился переданный правительством Германии дирижабль «Граф Цеппелин» LZ-127. Но 13 мая 1930 г. Фритьоф Нансен ушел из жизни, и первоначальный план реализовать не удалось. Однако его мысль об организации исследовательской станции на Северном полюсе получила воплощение в 1937 г., когда там была высажена четверка советских полярников во главе с Иваном Папаниным (впоследствии доктор географических наук, начальник Отдела морских экспедиционных работ АН СССР). Последняя мечта норвежского первопроходца была воплощена именно в нашей стране — с ней его связывали теплые отношения на протяжении десятилетий.

Известны дружеские отношения Нансена с русскими полярными исследователями бароном Эдуардом Толлем*, адмиралом Степаном Макаровым, а также с «патриархом русской географии» Петром Семеновым-Тян-Шанским (почетный член Петербургской АН с 1873 г.). Духовно близок ему был революционер и ученый-энциклопедист, знаток оледенения в Сибири и Скандинавии, автор проекта изучения наших северных морей Петр Кропоткин** —

он первый поведал миру о научных результатах экспедиции на «Фраме».

Родился Фритьоф Балдур Нансен 10 октября 1861 г. в семье адвоката, в усадьбе, принадлежавшей его матери (баронессы), неподалеку от Христиании (ныне Осло). От отца сын унаследовал упорство в достижении целей, усидчивость и трудолюбие. Мать также прививала ему лучшие качества, большое внимание уделяя и физическому воспитанию. Он с раннего детства полюбил коньки и лыжи, участвовал в соревнованиях и 12 раз становился чемпионом Норвегии.

Фритьофу едва исполнилось двадцать лет, когда он, избравший после окончания школы профессию зоолога, устроился практикантом на зверобойное судно «Викинг», отправлявшееся в плавание в Северный Ледовитый океан. Первое знакомство с Арктикой, ее морями, птичьими базарами на отвесных скалах, ледниками, рождающими айсберги, произвело сильнейшее впечатление на юношу, только что выдержавшего вступительные экзамены в университет.

Но главное, что его поразило у берегов Гренландии, — стволы сибирских лиственниц, принесенных течением из далекой Сибири. Возможно, уже тогда родилась смелая идея Нансена, воплощением которой стало невероятное плавание через Ледовитый океан совместно с дрейфующим льдом. Как и в случае с любой другой гениальной идеей, в нее никто из умудренных опытом мореплавателей не мог поверить, называя «безумной» и «самоубийственной». Но пройдет чуть более десяти лет, и Нансен начнет строительство в будущем знаменитого корабля «Фрама». А пока, преодолев приступ морской болезни, которой оказался подвержен, он участвовал в охоте на тюленей, в самом разгаре которой «Викинг» вмерз в лед и дрейфовал на протяжении целого месяца. Выполняя все необходимые работы по судну, Нансен не

*См.: В. Глушков. Земля Санникова: миф или реальность? — Наука в России, 2004 № 2 (прим. ред.).

**См.: В. Маркин. Князь Петр Кропоткин в Британии. — Наука в России, 2003, № 4 (прим. ред.).



Измерение глубины океана (3500 м).
30 апреля 1894 г.

Нансен измеряет
глубоководную температуру воды.
12 июля 1894 г.



Нансен снимает показания термометра.
12 июля 1894 г.



«Фрам» во льдах. 1894 г.

забывал и о научных наблюдениях. На поверхности дрейфующих льдов он обнаружил скопления микроводорослей. Среди них присутствовали виды, характерные для морей Восточной Сибири, что явилось еще одним подтверждением гипотезы о дрейфе арктического морского льда с востока на запад.

По возвращении из плавания молодого зоолога приняли препаратором в музей города Бергена, где он увлеченно занимался гистологией простейших организмов, в особенности их нервной тканью. По этой теме он опубликовал ряд работ, в том числе монографию «Структура и связь гистологических элементов с центральной нервной системой», высоко оцененную специалистами. А вот докторскую диссертацию он защищал уже во время подготовки к экспедиции по пересечению Гренландии. Именно тогда он решительно поменял направление своей деятельности — кропотливый исследователь микромира стал отважным искателем новых путей в экстремальных условиях.

В 1870 г. Гренландию попытался пересечь шведский полярный исследователь Адольф Норденшельд. Он отправился с западного побережья, но вынужден был туда и вернуться. Нансен же, применив принцип «сжигания кораблей», которому следовал и в дальнейшем, начал путь с труднодоступного для судов ненаселенного восточного берега Гренландии — возвращаться было бы губительно. После этого перехода Нансен стал национальным героем страны, боровшейся тогда за независимость, т.е. за расторжение унии со Швецией. Своего рода символом этой борьбы должно было стать и пересечение Северного Ледовитого океана вместе с дрейфующими льдами.

ВДОЛЬ БЕРЕГОВ РОССИИ

В 1890 г. Нансен разработал план экспедиции, согласно которому ставилась цель — пройти если не прямо через Северный полюс, то по крайней мере вблизи него. Он решил направить корабль по пути,



На борту «Фрама». Слева Сигурд Скотт Хансен, справа Отто Нейман Свердруп, в центре Фритьоф Нансен. 16 июня 1894 г.



Нансен и Юхансен затаскивают сани с каяком на лед. 1895 г.

указанному самой природой, используя закон ледового дрейфа в пределах океана. Надо было только верно определить генеральное направление течения в Арктическом бассейне. А его подсказало исследователю, повторим, обнаружение стволов сибирской лиственницы и определенных видов микроорганизмов у западных берегов Гренландии.

Для сложнейшего плавания требовалось очень прочное судно. Оно было построено так, чтобы окружившие его со всех сторон льды, вместо того, чтобы раздавить, вытолкнули бы его невредимым на свою поверхность. Конечно, риск был велик, но в том-то и заключалась характерная черта отважного норвежца, что, рискуя, он всегда побеждал обстоятельства, как бы неблагоприятно они ни складывались.

Имя кораблю дала жена Нансена — камерная певица Эва Сарс. Впрочем, «фрам» (в переводе с норвежского значит «вперед») было самым любимым словом самого Фритьофа. Когда он сделал Эве предложение, он тут же добавил: «Но я должен отправиться на Северный полюс». Ей было нелегко, и все же она без колебаний согласилась с ним, ждала его возвращения долгих три года, не имея никаких сведений о муже. Не случайно посвящение в книге об экспедиции «Фрам» в полярном море» звучит так: «Той, что имела мужество ждать». Конечно, и сам Нансен был очень волевым человеком, иначе ему не удалось бы сделать все, что он совершил. Но неверно было бы считать его исключительно человеком воли, как это следует из названия книги норвежского писателя Пера Эгиля Хегге «Фри-

**Карта экспедиции
1893-1896 гг.:**
a – свободное плавание
 «Фрама», июль–сентябрь 1893;
b – дрейф «Фрама»,
 сентябрь 1893–август 1896;
c – санный поход Нансена
 и Юхансена,
 март 1895–июнь 1896;
d – возвращение Нансена
 и Юхансена, август 1896;
e – плавание «Фрама»
 в Тромсё, август 1896.



тьоф Нансен. Одна только воля». Он выделялся гуманностью, глубокой человечностью, даром любви.

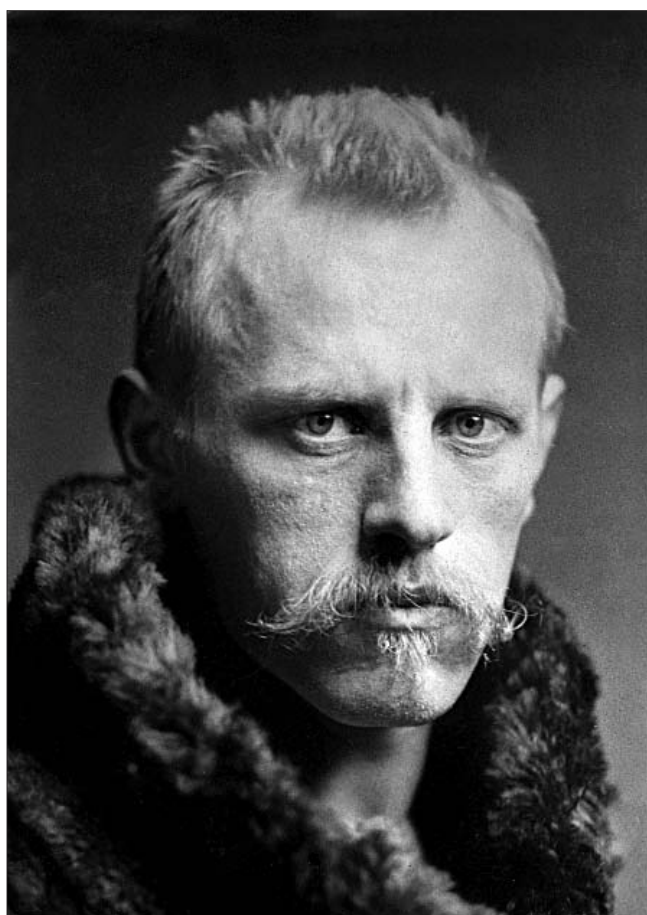
Экспедиция на «Фраме» (1893-1896 гг.) в значительной своей части прошла вдоль северных окраин России и по ее полярным акваториям. Русские ученые проявили к ней живейший интерес. Доклад Нансена в Лондонском географическом обществе о готовившемся плавании был направлен по дипломатическим каналам адмиралу Степану Макарову. В отличие от британских географов, он высоко оценил «безумную идею» ледового дрейфа к полюсу и предложил сформировать вспомогательные экспедиции, а также склад провизии на Земле Франца-Иосифа. Об этом он написал в письме Нансену, приложив свои данные о температуре воды на востоке Северного Ледовитого океана. Ответ со словами благодарности не замедлил себя ждать. Большую помощь в подготовке норвежской экспедиции оказал Эдуард Толль, организовавший доставку упряжки ездовых собак (40 восточно-сибирских лаек) к месту стоянки «Фрама» в Хабаровске, а также два склада продовольствия на Новосибирских островах.

24 июня 1893 г. «Фрам» с экипажем из 13 человек на борту под командованием капитана Отто Свердруп покинул норвежский порт Вардё, где были устроены торжественные проводы, и вышел в открытое море. Дальнейший его путь прошел, как уже сказано, вдоль берегов русских полярных морей. В начале пролива Югорского Шара зашли в порт Хабарово, где закончили загрузку корабельного трюма углем и приняли на борт упряжку сибирских ездовых собак, которую Нансен лично проверил, сделав несколько пробных ездов. Отправлены на материк последние письма; в конверт, адресованный жене Эве, оставленной с только что родившейся дочерью Лив, он вложил букетик засушенных цветов из русской тундры...

Карское море встретило сплоченным льдом, но дрейф начинать было еще рано, и шхуна двигалась по прибрежным разводьям. Подходя к суше, выходили на берег, и на карте русских полярных морей появлялись норвежские названия: открыты были новые острова, один из которых назван именем капитана Свердруп, другой – предпринимателя Акселя Хейберга, одна из бухт получила имя строителя «Фрама» Колина Арчера. Высадившись на низменном берегу полуострова Ямал, изучили его. «Какая это пустынная, унылая страна!» – заключил Нансен. Лавируя между кромкой льда и множеством расположенных вдоль побережья Таймыра островов, «Фрам» неуклонно двигался на север. Исследователь отмечал следы древнего оледенения. Карты не всегда позволяли правильно ориентироваться в хаосе небольших островов, бухт, проливов, и часто он обращался к самой первой из них, созданной еще в XVIII в. русским мореходом Харитоном Лаптевым. «Наши наблюдения полностью согласуются с картой Лаптева», – замечает Нансен.

Обогнув полуостров Таймыр, направились к мысу Челюскина. Когда достигли этой северной оконечности Евразии, Нансен записал в дневнике: «...в четыре часа утра взвились на мачтах флаги, наши пушки прогрехотали над морем салютом. Тут взошло солнце, и в тот же миг показался тролль Челюскин, под чарами которого так долго томились наши души... По такому поводу полагалось произнести торжественную речь... Я же поднял бокал, и моя речь получилась такая: «Ваше здоровье, ребята, поздравляю с Челюскиным!»... Сильно хочется сойти на берег, но на это нет времени».

«Фрам» шел прямо на север, к Новосибирским островам, к востоку от которых советовал начать дрейф Толль. Наступила полярная ночь. И с ней началась



Нансен. 1922 г.

Нансен после возвращения
из экспедиции к Северному полюсу. 1896 г.

зимовка во льдах, без какой-либо связи с родиной и всем миром. Корабль находился как бы в другом измерении, там, где еще не доводилось бывать человеку. Поэтому научным наблюдениям, в большом объеме организованным Нансеном, не было цены.

Судно не раз оказывалось в опаснейших ситуациях. Уже в октябре 1893 г. норвежцы столкнулись с грозным явлением торошения льда. Обычное судно неминуемо было бы раздавлено, но «Фрам» благодаря своей яйцевидной форме выдержал. Очень долго корабль не выходил на генеральное направление дрейфа — возникало опасение, что он попал в замкнутую циркуляцию Восточно-Сибирского моря, в коварную ледовую ловушку. Однако внезапно поднявшийся ветер изменил ситуацию: «Фрам» быстро понесся на север и скоро оказался на 87° с.ш. Потом дрейф замедлился, да так, что за пять месяцев корабль продвинулся к северу всего на один градус широты.

Нансен писал: «Подобный дрейф во льдах вырабатывает одну добродетель — терпение. Вся наша экспедиция была, по существу, одной долгой школой выработки этого полезного качества». Наградой за него была ни с чем не сравнимая радость научных открытий, которых удалось сделать немало. Вопреки господствовавшему мнению, оказалось: центральная часть Северного Ледовитого океана, как показали

измерения, представляет собой не мелководное море, а глубоководную впадину. Были изучены закономерности ледового дрейфа. В толще океана обнаружен глубинный слой теплой атлантической воды — свидетельство того, что воды Гольфстрима проникают далеко на восток. Исследованы условия погоды в Центральной Арктике. Установлено существование в высоких широтах разнообразных проявлений жизни. Но Нансену всего этого было мало. Он стремился к максимуму.

Когда стало ясно, что путь дрейфа корабля, вопреки надеждам, пройдет южнее Северного полюса, руководитель экспедиции решает достичь его на лыжах. Находясь от полюса в шести градусах широты, он покидает продолжающий дрейфовать «Фрам» и выходит вдвоем с Ялмаром Юхансеном в поход к Северному полюсу — на лыжах, с собачьими упряжками.

К ЗЕМЛЕ ФРАНЦА-ИОСИФА

Несколько недель заняла подготовка. Дважды пришлось возвращаться, но 14 марта 1895 г., сопровождаемые прощальным салютом оставшихся на «Фраме», они при морозе ниже 40°C вышли в смертельно опасный путь. Сначала шли по ровному снежному полю, однако уже через неделю, за которую прошли 120 км, появились торосы, а затем — полыньи; пре-

Памятник Нансену в Москве.

одолевать эти преграды было невероятно трудно. Но главным препятствием при продвижении у полюсу оказался преобладающий южный дрейф льда. Все усилия норвежцев идти на север оказались тщетными — они так и не смогли дойти до полюса. Как казалось, на сей раз Фритьоф Нансен потерпел неудачу. Однако благодаря силе воли и терпению это поражение снова обернулось победой.

Достигнув широты 86° , 5 апреля 1895 г. они повернули назад, к ближайшему архипелагу — Земле Франца-Иосифа. За первую неделю путешественники прошли по снежной равнине 120 км, но потом снова появились гряды торосов, через которые сани с грузом приходилось перетаскивать, и полыньи — их обходили или переплывали в каяках.

Четыре месяца провели эти два человека среди бесконечного ледяного хаоса. Только 24 июля Нансен записал в дневнике: «Наконец свершилось великое чудо, то, чему мы почти перестали верить! Земля! Земля! После почти двух лет мы снова видим на краю горизонта нечто вздымающееся над этой вечно белой линией». Прошло еще полмесяца, прежде чем удалось ее разглядеть вблизи. Первые замеченные острова названы Нансеном Белой Землей, одному из них он присвоил имя жены, другому — дочери Лив.

Но еще целую неделю пришлось добираться до суши, прыгая со льдины на льдину. И вот наконец твердая земля. «Невозможно высказать словами, что мы почувствовали, когда... обнаружили в укромном месте среди камней мох и цветы — чудесные большие маки и камнеломки».

Долгое время они не могли понять, на какую именно сушу вышли: на Землю Франца-Иосифа или Шпицберген. Вероятность встретить людей на первом полярном архипелаге им казалась равной нулю, на втором — чуть больше. Однако в любом случае приближение морозов заставило остановиться на зимовку, выбрав наиболее удобное для нее место. С заготовкой продовольствия не было проблем — вокруг в изобилии белые медведи и моржи. Тесную, похожую на берлогу хижину построили из камней, щели между ними затыкали щебнем, мхом и лишайником. Вместо крыши натянули на каменные стены моржовые шкуры. Рядом построили другую, более просторную хижину, посередине которой Нансен мог даже стоять во весь свой немалый рост. В углу устроили небольшой очаг. Трубу над ним соорудили из льда и снега, заслонку — из медвежьей шкуры. Обогревали и освещали жилище жировыми лампами, в которых постоянно горел медвежий жир.

Жизнь их состояла из приготовления пищи, сна и наблюдений за погодой. Угнетало отсутствие книг и условий для ведения записей: их невозможно было сохранять чистыми и разборчивыми. «В сущности сама пустота дневника дает представление о нашей жизни за девять месяцев зимовки», — заметил Нансен. Когда впоследствии его спросили о том, как же они выдержали, он, как вспоминала его дочь Лив,



«...по привычке пожал печами и с улыбкой ответил: «Да, знаете, пожалуй, было скучновато». На самом деле трудно и представить, как пережили они эти тяжелейшие 9 месяцев после четырехмесячного похода по дрейфующим льдам, когда перспектива возвращения на родину существовала лишь в неясных надеждах. Как только завершилась полярная ночь, стали готовиться к продолжению пути на юг. Никак не рассчитывая встретить людей на необитаемой Земле Франца-Иосифа, собирались плыть на каяках до Шпицбергена, на что мог бы потребоваться еще год. Но были готовы и к этому. 19 мая они покинули зимовочную хижину, а спустя почти месяц произошло нечто совершенно невероятное...

17 июня Фритьоф Нансен, выбравшись из палатки, вскарабкался на соседний торос, чтобы обозреть окрестности. В гуле криков кайр он услышал лай собак, а потом увидел явные собачьи следы на песке и услышал человеческий голос...

Этот счастливый случай предвидеть было невозможно: на южной оконечности Земли Франца-Иосифа, мысе Флора, куда добрались Нансен и Юхансен, произошла невероятная встреча с английской экспедицией Фредерика Джексона, второй год работавшей на архипелаге.

Это было спасение, и спасителем оказался тот самый Джексон, который хотел участвовать в нансеновской экспедиции, но не был принят только пото-

му, что предприятие в пору борьбы за независимость Норвегии замыслилось как исключительно национальное.

ВОЗВРАЩЕНИЕ

Долгих три года мир ничего не знал о судьбе «Фрама». И вдруг вечером 13 августа 1896 г. из небольшого норвежского городка Вардё посыпались подписанные Нансеном телеграммы — сразу несколько десятков по разным адресам. Это казалось невероятным: норвежец вернулся из небытия. Но о «Фраме» ничего не было известно. Судно английской экспедиции «Windward» доставило Нансена и Юхансена в Норвегию еще до прихода «Фрама», поход которого так же благополучно завершился неделей позже.

Команду «Фрама» с восторгом встречала столица Норвегии. Из России с приветствиями специально приехал для участия в торжествах в качестве представителя Русского географического общества барон Эдуард Толль.

Первым откликнулся на возвращение Нансена и результаты его наблюдений в центральной части Полярного бассейна русский естествоиспытатель Петр Кропоткин, живший в то время в Англии как политэмигрант. Он опубликовал в научном журнале «Nature» две статьи, посвященные этим исследованиям.

Через два года Нансена торжественно встречали в Санкт-Петербурге. Он собирался приехать сюда еще летом 1897 г., когда там открылся Международный геологический конгресс, но семейные обстоятельства заставили его отложить поездку, о чем он сожалел и писал президенту Академии наук Александру Карпинскому: «... мне очень хотелось бы завязать личное знакомство с русским ученым миром». И это пожелание сбылось в 1898 г. Специально в честь знаменитого полярного исследователя было созвано собрание Русского географического общества. На нем Петр Семенов-Тянь-Шанский сказал, обращаясь к гостю: «Доктор Нансен до своего приезда видел только холодные и негостеприимные северные побережья России, пусть же сегодня смелый путешественник примет горячий привет страны, так широко охватившей исследованные им пространства полярного океана». Правительством России Нансен был награжден орденом Станислава 1-й степени и орденом Святой Анны 2-й степени, ему также вручили высшую награду Географического общества — Большую золотую (Константиновскую) медаль, он был избран иностранным почетным членом Петербургской АН.

«Петербургская газета» 16 апреля 1898 г. так писала о пребывании Нансена в российской столице: «Всякий хотел подойти поближе к знаменитому путешественнику, позвать ему руку, что-то сказать... Публика чествовала Нансена так же, как если бы он был коренной русский человек».

Состоялась еще одна встреча российских географов с Нансеном, на которой обсуждались варианты возможного достижения Северного полюса. Проект похода на полюс ледокола «Ермак» предложил адмирал Степан Макаров, поддержанный всемирно изве-

стным химиком Дмитрием Менделеевым* (член-корреспондент Петербургской АН с 1876 г.). О своем плане экспедиции для поиска легендарной Земли Санникова к востоку от Новосибирских островов рассказал Эдуард Толль. Позднее по совету Нансена он купил в Норвегии китобойный барк, переоборудовал его на одной из местных верфей для ледового плавания. В 1900 г., отправившись в путь, «Заря» (так называли барк) заходила в Норвегию, и Нансен передал своему русскому другу материалы плавания «Фрама» и лыжи, сделанные по своей модели.

Переписка русских ученых с норвежским коллегой продолжалась на протяжении многих лет. В ней происходил обмен научными данными и идеями. Исключительно дружеский характер имели отношения великого норвежца и первой русской женщины-профессора, выдающегося математика Софьи Ковалевской (член корреспондент Петербургской АН с 1889 г.).

«В СТРАНУ БУДУЩЕГО»

Спустя 15 лет после первого приезда в Россию Нансен получил сразу два приглашения посетить нашу страну. Одно от Сибирского акционерного общества пароходства, промышленности и торговли: ему предлагалось возглавить плавание парохода «Коррект» из приполярного норвежского города Тромсё в устье Енисея для выяснения возможности регулярных торговых рейсов через обычно заполненное льдом Карское море. Другое приглашение последовало от управляющего казенными сибирскими железными дорогами Е. Вурцеля, предложившего проехать на поезде по только что построенной железной дороге от Красноярска до Владивостока. Речь шла о том, чтобы оценить перспективность грандиозного транспортного пути и, как писал Нансен, «...увидеть Сибирь до ее крайних восточных границ». И в 1913 г. знаменитый путешественник возглавил плавание судна «Коррект» в устье Енисея с целью активизации норвежско-российских торгово-экономических отношений, а обратный путь проделал по только что построенной железной дороге через Сибирь, которую назвал в посвященной ей книге «страной будущего». Он увидел берега Байкала — они показались ему похожими на горы Норвегии. А во Владивостоке встретился с неутомимым исследователем Дальнего Востока Владимиром Арсеньевым**. По возвращении в Петербург его дружески встретили русские географы. Обстановка мировой войны не позволила Нансену задержаться здесь надолго. Но не пройдет и пяти лет, как он снова окажется в России, на сей раз с благотворительной целью...

*См.: М. Савченко. Гордость и слава России. — Наука в России, 2004, № 1 (прим. ред.).

**См.: В. Есаков, В. Маркин. Жизнь посвятивший Дальнему Востоку. — Наука в России, 2000, № 4 (прим. ред.).

ПЛАТО ПУТОРАНА – ГОРНЫЙ КРАЙ ПОЛЯРНЫХ СТИХИЙ



Доктор биологических наук Алексей РОМАНОВ,
заместитель директора по науке
Государственного природного заповедника
«Путоранский».

Так сложилось, что в крупных биогеографических областях Земли существуют относительно небольшие центры, формирующие и поддерживающие биоразнообразие на обширнейших территориях. В Арктике одним из таких планетарно значимых регионов является плато Путорана. Для охраны его природных комплексов в 1988 г. образован Государственный природный заповедник «Путоранский», охватывающий местообитания многих видов животных, в том числе редких и исчезающих, включенных в Красную книгу России. Ученые рассматривают этот район как модель для познания общих закономерностей появления, динамики и сохранения горно-субарктических экосистем в их первозданном виде. В 2010 г. он получил статус объекта Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО.

Плато Путорана с высоты птичьего полета.



*Горные тундры
на вершинах плато Путорана.*



*Небольшое озеро
среди лиственничной тайги.*

КРАЙ ОЗЕР И ВОДОПАДОВ

Путоранский заповедник занимает значительную часть (1887 тыс. га) самого крупного горного массива российской Арктики, простирающегося к югу от Таймыра. На его территории представлены исключительные по красоте ландшафты, он по праву считается жемчужиной Заполярья. Здесь причудливо переплелись зеленоватая бездна тектонических озер и монументальные базальтовые каньоны, нагромождения скал, напоминающие средневековые замки, расчлененные долинами бурных порожистых рек со мно-

жеством водопадов, и горные вершины, усеянные каменными россыпями и снежниками.

Основные объекты исследований и охраны — путоранский подвид снежного барана, арктический гусь пискулька, орлан-белохвост, кречет, а также белоклювая гагара, краснозобая казарка, малый лебедь, клоктун, скопа, беркут, кроншнеп-малютка — они занесены в Красную книгу России.

В геологическом отношении плато Путорана представляет северо-западную, наиболее высокую оконечность Средне-Сибирского плоскогорья. Это базаль-

**Осоковое болото
в горной котловине.**



**У озера Харпича.
Начало июня.**

товый кристаллический массив с плоскими вершинами, возвышающимися над уровнем моря в среднем на 1000 м, с максимальной абсолютной высотой 1701 м. При неоднократных поднятиях здесь возникли глубокие тектонические расколы, которые со временем заполнились водой и в настоящее время выглядят как узкие и глубокие каньоны со ступенчатыми склонами. Их живописные лабиринты удивительно напоминают фьорды морского побережья северной Скандинавии.

Тут сосредоточены самые полноводные и глубокие озера Сибири за исключением Байкала и Телецкого

озера. В мире нет подобной горной провинции, способной сравниться как по их количеству, так и глубине. Только крупных озер — длиной до 100 км и глубиной до 250 м — здесь около десятка: Лама, Хантайское, Кета, Виви, Северное, Аян, Аннама, Бельдунчана, Дюпкун.

А еще эти места без преувеличения можно назвать краем водопадов. Никто их не считал, но вряд ли мы ошибемся, сказав, что их здесь тысячи, причем совершенно не похожих друг на друга. Есть небольшие, неспешно «слезающиеся» тонкими водяными нитями. Есть гиганты, шириной в сотни и высотой в десятки

*Речная наледь.*

метров, с ревом низвергающиеся с черных базальтовых скал пенящимися клубящимися потоками. Порой кажется, что стихия выбрала их для демонстрации своего первобытного необузданного нрава. В нашем заповеднике расположен самый высокий водопад России – 108 м.

Зима на плато Путорана долгая и суровая. Лед и снег – главные элементы его пейзажа. О своем господстве в жизни северной природы они напоминают даже летом многочисленными снежниками. Это регион, где широко распространены следы горных плейстоценовых оледенений.

УДИВИТЕЛЬНЫЕ ФАКТЫ И ОТКРЫТИЯ

Гигантские размеры плато, а также прекрасно выраженной вертикальной поясность обусловили уникальное сочетание местообитаний для животных, приспособленных к существованию в самых различных условиях. Одинаково комфортно чувствуют себя жители тундры, лесотундры, тайги и гор. В местных высотных ландшафтах сформировалась своеобразная фауна лесного (горно-северотаежного), подгольцового (горно-лесотундрового) и гольцового (горно-тундрового) поясов. Они не имеют абсолютных ана-

логов в Евразии и потому являются ценными объектами охраны в заповеднике.

В данном регионе перекрываются ареалы многих видов, распространенных преимущественно в Европе и Восточной Сибири, в арктических тундрах и южной тайге Средней Сибири. Необычайно широк спектр как сухопутных, так и водных местообитаний. Ведь данное плато располагается в пределах Енисейской зоогеографической границы, являющейся одним из наиболее масштабных меридиональных биогеографических рубежей Евразии. Этим обусловлено уникальное видовое разнообразие и переходный характер здешней фауны.

Богатство ихтиофауны поддерживается за счет связи разветвленной местной гидросети с бассейнами рек Енисея, Пясины, Хатанги. На плато Путорана насчитывается 36 видов рыб. Например, тут обитает 4 эндемика полуострова Таймыр – боганидская паля, есеевская паля, голец Дрягина, таймырский голец. Интересен факт: арктический голец, сиг-пыжьян, муксун, валец, сибирский хариус образуют в регионе особые морфологические и морфоэкологические формы, чье положение в структурах соответствующих видов пока не выяснено учеными.

Здесь встречается 187 видов птиц, что заметно больше, чем в любых других северотаежных районах Сиби-

**Дрозд Науманна –
один из обычных обитателей северной тайги.**

ри. В елово-лиственничной путоранской тайге обычны каменный глухарь, ястребиная сова, трехпалый дятел, кукушка, свистель, сибирская завирушка, таловка, дрозд Науманна и др. Заросли прибрежных кустарников населяют пеночка-весничка, варакушка*, обыкновенная чечевица**, полярная овсянка (все из отряда воробьинообразных). В лиственничных редколесьях широко распространены обыкновенная чечетка, желтоголовая трясогузка, овсянка-крошка. Можно увидеть также птиц, связанных в период гнездования со скалами: зимняк (из семейства ястребиных), кречет, городская ласточка, ворон, горная трясогузка. Открытые безлесные пространства на вершинах плато облюбовали специфические горно-арктические виды птиц – характерные для севера Евразии тундряная куропатка, хрустан (кулик), рогатый жаворонок, пуночка, обыкновенная каменка, обычные для Северной Азии сибирский пепельный улит (кулик) и американский конек (из отряда воробьинообразных, семейства трясогузковых). В водных и околоводных местообитаниях гнездятся чернозобая гагара, гуменник, пискулька, чирок свистунок, обыкновенный гоголь, себребристая чайка, полярная крачка и др.

Исследование авифауны в нашем заповеднике ежегодно приносит уникальные открытия. Например, в 2001-2003 гг. автором настоящей статьи были впервые открыты горные изолированные популяции исчезающего вида гусей-пискульки***. В 2010 г. мы обнаружили гнездовья арктического кулика песочника-красношейки.

Подчеркну: ближайшие местообитания этого вида ранее были известны только на восточных окраинах Таймыра, в тысяче километров к северо-востоку. А теперь таковые найдены в гольцах плато Путорана – в прибрежной тундре у двух горных тектонических озер – Богатырь и Нералах, котловины которых «отутужены» позднеплейстоценовыми ледниками.

Но самое удивительное, что одна из птиц, которых мы наблюдали в 2010 г., окольцована очень далеко от наших мест: на ее правой ноге издалека было заметно ярко-оранжевое пластиковое кольцо, какими орнитологи метят куликов, зимующих в штате Виктория на юго-востоке Австралии. Тот факт, что песочники-красношейки, летом гнездящиеся в тундрах Чукотки, в холода улетают на этот континент, был известен и раньше. Но что даже из самого западного района гнездования, плато Путорана, они перебираются в Австралию, открыто впервые! Мы зарегист-



рировали самую западную на Таймыре и в Арктике точку прилета птиц с австралийских зимовок. Таким образом, совершенно неожиданно нами была не только открыта здесь новая, ранее неизвестная науке популяция песочника-красношейки, но и подтверждена огромная протяженность миграционного пути этого вида. Впервые выяснена максимальная длина его сезонных перелетов. Этот мелкий кулик (чуть больше воробья) дважды в год преодолевает расстояние около 17 тыс. км, пересекает экватор, тропики и успевает побывать на двух материках – Евразии (в Северном полушарии) и Австралии (в Южном)!

ЖИЗНЬ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РЕГИОНА

В заповеднике обитает 39 видов млекопитающих. Бурый медведь, волк, россомаха, горноста́й, северная пищуха, заяц беляк, дикий северный олень, лось, средняя бурозубка, северная пищуха, красная и красно-серая полевки распространены здесь повсеместно. А вот ондатра, обыкновенная лисица, речная выдра размещаются локально. Сибирский крот, азиатский бурундук, овцебык и кабарга встречаются только по окраинам плато, граничащим с предгорьями. Добавлю, спектр высотно-ландшафтных поясов плато Путорана освоен млекопитающими в разной

*Варакушка – птица семейства мухоловковых, распространена в Северной Европе, Северной и Центральной Азии. В ее песне часто звучит «варак-варак-варак», с чем и связано название (прим. ред.).

**Обыкновенная чечевица – птица из семейства вьюрковых, получившая название за характерную песенку, которую можно передать слогами «че-че-ви-ца» (прим. ред.).

***Пискулька – птица семейства утиных, мелкий гусь, названная так за писк, издаваемый в полете. Основная причина снижения ее численности – охота и, возможно, отравление химикатами на местах зимовок (прим. ред.).



степени. Их местообитания в той или иной мере охватывают лесной, подгольцовый и гольцовый пояса. И все-таки концентрируются они главным образом в лесном. Однако есть виды, предпочитающие исключительно верхнюю часть высотного профиля (путоранский снежный баран), или же, наоборот, самое днище горных котловин (речная выдра, лось).

На большей части территории плато среди млекопитающих численно преобладают северная пищуха,

заяц беляк, красная и красно-серая полевки, горностаи, дикий северный олень. Зимой резко возрастает количество песцов, в значительной степени мигрирующих сюда из равнинных тундр Таймыра.

В силу господства горно-котловинного характера местности пребывание здесь многих животных носит островной характер. Популяции некоторых видов (подвидов) изолированы, ограничены порой одной-двумя горными котловинами и располагаются далеко за пределами основного ареала. В частности, плато



Водопад.

Лама – одно из крупнейших тектонических озер.

Путорана населяет уникальный эндемичный подвид снежного барана (*Ovis nivicola borealis*). На территории заповедника под охраной находятся 40% всей популяции этого подвида.

Здесь ежегодно происходит одно из самых грандиозных явлений в жизни крупных млекопитающих — сезонные миграции крупнейшей в Евразии таймырской популяции диких северных оленей. Ее общую численность оценивают в несколько сотен тысяч особей. Движущиеся стада привлекают множество

хищников — волков, росомх, а также бурых медведей, чьи скопления сопоставимы с масштабным паломничеством их камчатских сородичей у нерестовых рек. С глубокой древности на диких северных оленей активно охотился и человек, о чем свидетельствуют находки каменных наконечников стрел эпохи неолита (абсолютный возраст — 6000 лет).

В силу своей труднодоступности плато Путорана было самым северным природным районом сохранения соболей в период, когда на остальной террито-



рии Сибири он исчез почти полностью, т.е. около ста лет назад.

ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Целью изучения природных комплексов заповедника и долговременного наблюдения за динамикой протекающих в них процессов являются оценка и прогноз экологической обстановки, разработка научных основ сохранения биологического разнообразия, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов. Поэтому основное внимание мы уделяем фундаментальным работам, дающим возможность использовать плато Путорана в качестве модельного региона для познания общих закономерностей формирования и динамики горно-субарктических экосистем в их естественном, первозданном виде.

Наши сотрудники детально и всесторонне исследуют фауну ключевых районов крупнейшей горной системы азиатской Субарктики с учетом черт региональной неоднородности и ландшафтной специфики. Предмет их внимания — ареалы, пространственно-временная и количественная характеристики животного населения. Монографии и сборники статей, содержащие новые данные, выходят на русском и английском языках и находят заинтересованных читателей в научных центрах России, многих странах Америки, Азии и Европы.

Основные результаты экспедиционных изысканий 1988–2007 гг. были представлены в специализированных монографиях автора настоящей статьи «Птицы плато Путорана», «Орнитофауна озерных котловин запада плато Путорана», «Фауна позвоночных животных плато Путорана», а также в сборниках статей «Изучение и охрана животных сообществ плато Путорана», «Биоразнообразие экосистем плато Путорана и сопредельных территорий». Каждый исследова-



**Каменные наконечники стрел
эпохи неолита (6000 лет назад).**

**Исследование миграций путоранских пискучек
с использованием спутниковых передатчиков.**

тельный этап завершается не только такими публикациями, но и непременно презентацией их на российских и международных научных форумах.

Эколого-просветительская деятельность заповедника направлена на пропаганду охраны природы в регионе. Для этого мы активно используем возможности средств массовой информации — телевидения (только в 2008 г. наши работники более 50 раз выступили на местных каналах) и печатных изданий. Кроме того, мы организовываем конкурсы детских творческих проектов, ведем активную издательскую работу, способствующую воспитанию участливого, бережного отношения населения к природе. Так, выходят тиражи информационных буклетов, плакатов, листовок, брошюр, фотоальбомов, открыток, календарей, почтовых конвертов, стикеров, значков соответствующей тематики. В эколого-просветительском центре можно посмотреть фильмы о красоте этих мест, услышать лекции, посетить познавательные экскурсии; дети самого разного возраста с удовольствием участвуют в тематических занятиях и экологических играх. Очень интересна музейная выставка, посвященная уникальному опыту адаптации овцебыка на плато Путорана, и экспозиция «Мир мамонта».

Но особой популярностью у посетителей эколого-просветительского центра пользуются демонстрационные вольеры с животными и дендрарии. Такие экскурсии сопровождаются показом увлекательных и красочных презентаций или видеосюжетов.

Иллюстрации предоставлены автором