



39

Общее собрание РАН, посвященное 50-летию создания лазера, привлекло внимание свыше 500 ведущих ученых нашей страны, обсуждавших его использование в науке, технике, медицине.

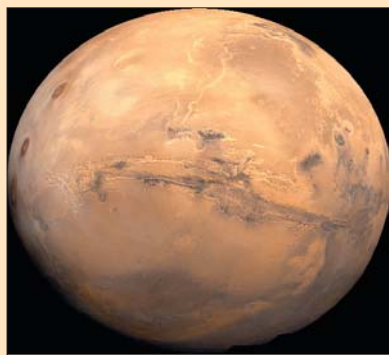
63

В 2010 г. отметила 90-летний юбилей Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина – старейшая и крупнейшая на планете школа в области воздухоплавания, внесшая огромный вклад в мировую фундаментальную науку и создание авиационной техники.



77

В старинном городе Зарайске находится единственный в Подмосковье полностью сохранившийся кремль, а также открытая археологами в 1980-х годах стоянка эпохи палеолита возрастом около 23-17 тыс. лет – древнейшее в современном столичном регионе поселение человека.



Сегодня внимание астрономов и физиков приковано к так называемому «темному сектору» Вселенной, составляющему 96%. Он состоит из двух фракций – 23% заняты «темной материей», остальные относятся к «темной энергии». Первая присутствует в галактиках и их скоплениях, она ничего не излучает и не поглощает, но способна сгущаться и гравитационно скручиваться. Вторая равномерно распределена в пространстве и создает некоторое поле; известно лишь, что оно обладает отрицательным давлением, за счет чего происходит гравитационное отталкивание, ведущее к ускоренному расширению Вселенной. Ученые предполагают существование и других космологических явлений – «черных дыр», компактных объектов, образующихся при сжатии массивных звезд, чьи ядра имеют массу более трех масс Солнца, «кротовых нор».

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 11.05.2011. Заказ № 741

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



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

Черепашук А. Тайны Вселенной	4
Будыкина Т. Нетрадиционные реагенты – ловцы загрязнений	14
Сорокин П. Археологические памятники Охтинского мыса	19

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Петренко В., Алексеев П. Вместо термопечей – ускоренные электроны	26
Мартынов А. Биологическая систематика перед выбором	32

С МЕСТА СОБЫТИЙ

Хализева М. Лазеры в науке, технике, медицине	39
--	----

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Найдина О. О климате прошлого «рассказывает»...пыльца	54
--	----

ИСТОРИЯ НАУКИ

Фомкин Б. Центр науки и образования Военно-Воздушных Сил	63
Вехов Н. Первый «директор российской Арктики»	70

ИЗ ПРОШЛОГО

Базанова О. У Николы Зарайского	77
Аурова Н. «Долг – Отечеству, честь – никому»	83
Борисова О. «Версаль на Яузе»	89

РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ

Баландин Р. Новый шаг в познании океана	95
--	----

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

Протопопова О. Русский стиль в Доме Остермана	100
--	-----

НАШ ДОМ – ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Шейн Е., Федотова А., Яковлева Л., Пилипенко В. Изменчивая Волжская дельта	106
---	-----

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

Сделано в Сибири	10
Сверхпроводимость: свершения и прогнозы	48
Контроль за изменениями климата	61



50 лет назад, 12 апреля 1961 г., житель Земли преодолел ее притяжение и шагнул в неизвестность. Наш соотечественник Юрий Гагарин стал первым, кто увидел «колыбель человечества» со стороны — из иллюминатора космического корабля. Этот полет длился недолго, всего 108 минут, но вошел в историю как великий подвиг, ставший возможным благодаря воле, мужеству, высочайшему чувству долга человека, имя которого теперь известно каждому, и огромному труду многих теоретиков и практиков — создателей мощной космической техники.

ТАЙНЫ ВСЕЛЕННОЙ

Академик Анатолий ЧЕРЕПАЩУК,
директор Государственного
астрономического института им. П.К. Штернберга
МГУ им. М.В. Ломоносова

**В современной космологии очень много внимания уделяется
такому загадочному феномену, как «темная материя».**

**Известно только, что это некая субстанция, не излучающая и не поглощающая свет.
К тому же астрономы и многие физики предполагают существование «кротовых нор»,
открытие которых позволит людям путешествовать во времени и пространстве.**

Все это очень интригует и вызывает массу вопросов.

**На некоторые из них журналисту Маргарите Тимофеевой ответил известный ученый,
директор Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ
академик Анатолий Черепашук.**

— Анатолий Михайлович, не могли бы вы пояснить,
что такое «темная материя» и удалось ли ученым хоть
как-то приблизиться к разгадке ее тайны?

— Прежде всего начнем с того, что после Большого
взрыва материя во Вселенной разделилась на не-
сколько составляющих. Космологические данные
свидетельствуют: всего 4% ее массы составляет обыч-
ное вещество. К нему относимся мы с вами и все то,
что нас окружает и состоит из видимых частиц, спо-
собных излучать свет благодаря электромагнитному
взаимодействию. Тем самым мы представляем собой
барионную материю, включающую в себя атомные
ядра, состоящие из известных нам протонов и ней-
тронов. Они уже давно изучены и классифицирова-

ны в таблице Менделеева. Еще около 0,5% приходит-
ся на долю нейтрино. Это частички без заряда, излу-
чаемые Солнцем; благодаря им мы можем получать
информацию обо всех процессах, происходящих в
центре нашего небесного светила. Остальные 96%
принадлежат так называемому «темному сектору»,
преобладающему во Вселенной и имеющему две
фракции, где 23% занимает «темная материя», а ос-
тальные 73% относятся к «темной энергии». Первая,
присутствующая в галактиках и их скоплениях, как и
обычная материя, способна сгущаться и гравитаци-
онно скручиваться. Она действительно ничего не из-
лучает и не поглощает, так как не участвует в элект-
ромагнитном взаимодействии. Астрономы обнару-



**Государственный
астрономический институт
им. П.К. Штернберга
МГУ им. М.В. Ломоносова.**



**Большой
Азимутальный телескоп
(Северный Кавказ).**

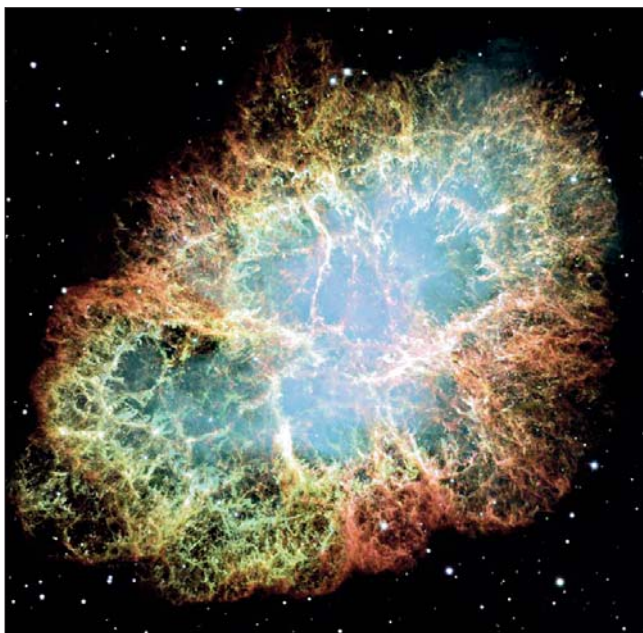
живают ее по создаваемой ею гравитации, обеспечивающей притяжение. Вероятно, это еще не открытые нами слабозаимодействующие элементарные частицы примерно в 1000 раз тяжелее протона. Они распределены в пространстве неравномерно.

В отличие от «темной материи» «темная энергия» равномерно распределена в пространстве и обладает необычными свойствами. Это некое поле, физическая природа которого еще не изучена специалистами. Известно лишь, что оно обладает отрицательным давлением, за счет него происходит гравитационное

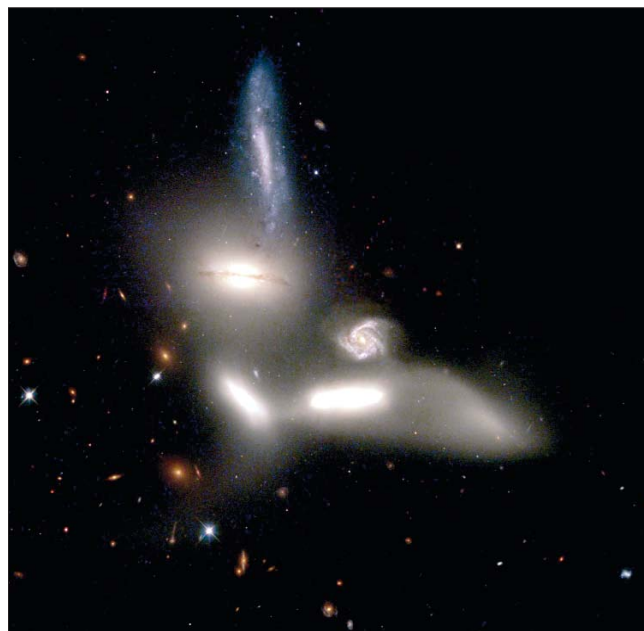
отталкивание, ведущее к ускоренному расширению Вселенной. Природа «темной энергии» — главная научная загадка XXI в. Разгадка ее кардинально перевернет наше мировоззрение.

В конце ноября 2009 г. в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН, Швейцария) состоялся успешный старт Большого адронного коллайдера (ЛНС)*. Уникальные условия наблюдений редких физических процессов, созданные на нем, позволят

*См.: Л. Смирнова. Старт Большого адронного коллайдера. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).



Крабовидная туманность
с нейтронной звездой внутри.



Группа взаимодействующих
галактик.

заново, с большей точностью увидеть необычные особенности уже изученных частиц и реакций, а также обнаружить абсолютно новые. Различные эксперименты и разработки на этом «суперколлайдере» должны помочь раскрыть тайну «темной материи», что, несомненно, заставит человечество кардинально по-новому взглянуть на существование Вселенной.

— *А Россия принимает участие в этих экспериментах?*

— Принимает, но, к сожалению, мы не вносим основного финансирования и участвуем только в разработках различных приборов. Например, для того чтобы вступить в Южно-Европейскую астрономическую обсерваторию, в которой участвуют 40 стран, России нужно первоначально выделить сумму в размере 120 млн евро, и только тогда мы сможем иметь доступ к телескопам, расположенным в Чили, где прекрасные климатические условия позволяют специалистам проводить научно-астрономические исследования. Пока вопрос о выделении таких средств нашим государством не решен. Это очень огорчает, так как сейчас уже идет разработка самого большого телескопа, диаметр которого составит 42 м. Ученые возлагают на него большие надежды, надеясь с его помощью ответить на все основополагающие и интригующие вопросы современной физики, что поз-

волит еще глубже проникнуть в тайны мироздания. Для сравнения отмечу: пока в мире самые крупные телескопы имеют диаметр 10 м, а в России их размеры еще меньше — до 6 м. Надеемся, что, создав и установив этот мощный телескоп, ученые, наконец, сумеют понять динамику астрофизических процессов, подтвердить или опровергнуть часть выдвинутых ими же теорий и догадок.

— *Анатолий Михайлович, а что вы можете сказать про «черные дыры»? Удалось ли найти доказательства того, что они действительно существуют?*

— Окончательно доказать, что они есть, пока не удалось, хотя уже открыты тысячи компактных объектов, очень похожих на них. Но это пока. Как астроном, я верю, что человечество стоит на пороге открытия этого уникального явления. И это будет прорыв в понимании пространства и времени, так как в «черной дыре» данные понятия могут меняться местами. Образование «черной дыры» происходит при сжатии центральных частей массивных звезд, ядра которых имеют массу более трех масс Солнца. Таким образом, образуется некий очень маленький объект с большой массой. Он обладает необычными свойствами: у него есть «горизонт событий», где для внешнего наблюдателя время останавливается, а все процессы протека-

Спиралевидная галактика M64-Black Eye со сверхмассивной «черной дырой».

ют с замедлением. Но наблюдаемая поверхность там отсутствует. На космическом корабле мы сможем попасть внутрь «черной дыры», но вернуться оттуда или послать какой-либо сигнал уже будет невозможно из-за присутствия там сильного тяготения. Человек, оказавшийся в «черной дыре», будет двигаться к так называемой сингулярности и погибнет, а с точки зрения внешнего наблюдателя — он станет приближаться к «горизонту событий» бесконечно долго. Например, космонавт, сидящий в космическом корабле, может проникнуть внутрь «черной дыры», а нам будет казаться, будто он застыл у «горизонта событий». Парадокс!

Как я уже сказал, сейчас открыты тысячи объектов, похожих на «черные дыры», и нам остается только доказать, что у них нет наблюдаемой поверхности, но есть «горизонт событий».

— *А какова вероятность того, что когда-нибудь наша планета не будет поглощена подобной дырой?*

— «Черные дыры» расположены на расстояниях, сравнимых с расстояниями до звезд, т.е. очень далеко. Воздействие их эквивалентно воздействию остальных звезд Галактики и оно ничтожно мало, поэтому мы его не ощущаем. Гравитационное поле «черных дыр» на больших расстояниях неотличимо от гравитационного поля звезд. А их особенность проявляется только тогда, когда мы приближаемся к ним на весьма короткое расстояние.

— *Сейчас много разговоров ведется о существовании так называемых «кротовых нор». Правда ли, что с их помощью создание «машины времени» может стать реальностью? И в чем заключается отличие «черной дыры» от «кротовой норы»?*

— Да, это правда. Общая теория относительности Эйнштейна, которая описывает гравитационное поле, не запрещает существование таких объектов теоретически. Материя для их формирования уже есть — недавно открытая «темная энергия». Необходимо лишь доказательство устойчивости «кротовых нор». Как только ученые подтвердят эту теорию, существование «машины времени» станет возможным.

«Кротовая нора» в отличие от «черной дыры» не обладает сингулярностью в центре. У нее отсутствует «горизонт событий», что дает нам возможность не только попасть в «нору», но и благополучно выбраться оттуда. За счет отрицательного давления образуется так называемый туннель в пространстве и времени, где вы даже можете погулять в разных Вселенных, причинно не связанных между собой.

Сейчас астрономы и все больше физиков говорят о том, что эти «норы» могут существовать. Это очень экзотические объекты, они интригуют воображение, и мы надеемся, что ученые близки к их открытию. Однако возникает проблема с принципом причинности, когда вы можете воздействовать из будущего на прошлое. Существует так называемый «парадокс дедушки». Представьте себе, что вы нашли «крото-



вую нору», вошли в нее и попали в прошлое. И там вы встречаете своего дедушку, которого можете убить. Возникнет вопрос: а как же тогда вы появились на свет? Нет ли здесь противоречия с классическим принципом причинности? Сейчас ученые работают над этой трудной проблемой.

— *А когда человек будет находиться в этой «норе», что в тот момент будет происходить в настоящем?*

— Время идет там, где нет «кротовых нор», по-своему, а внутри них — по-другому.

— *И тогда, наверное, благодаря этим «норам» станет возможно общение с внеземными цивилизациями? Анатолий Михайлович, вы верите в их существование?*

— Да, конечно. Верю и в то, что благодаря путешествиям в пространстве и времени встреча с пришельцами будет неизбежна. Важнейшая задача ученых на ближайшие двадцать лет — это поиск внеземных цивилизаций. Желание открыть и познакомиться с инопланетными незнакомцами — огромное. В Америке даже создан специальный радиотелескоп, где тысячи каналов одновременно будут изучать небо на предмет обнаружения каких-либо сигналов других цивилизаций. Тратятся многие миллионы долларов на создание соответствующей аппаратуры. Уже сейчас открыто около 500 планет вокруг других звезд, и вполне возможно, что практически у каждой звезды есть своя планетная система. А это может означать: где-то, вероятно, существуют планеты, схожие с Землей.



Космический телескоп Хаббл, запущенный 24 апреля 1990 г.

— То есть земляне, если возникнет необходимость, сумеют перебраться на другую планету?

— Вы знаете, у ученых уже сейчас есть некоторые предположения на этот счет. Например, у Юпитера есть спутник, на котором обнаружена вода, покрытая льдом. Не исключено, что мы сможем переселиться туда, если возникнет такая необходимость. Ведь астрономы подсчитали, что через 4,5 млрд лет радиус Солнца возрастет в 100 раз. Оно, по мере своего развития, расширится. Со временем Земля станет скользить по его атмосфере и в итоге будет поглощена им. Все живое на Земле погибнет. А Юпитер расположен гораздо дальше от Солнца, поэтому не исключено, что на спутниках Юпитера или Сатурна можно будет обосноваться. В связи с этим человечеству уже сейчас стоит более конкретно подойти к этому вопросу и попытаться найти способы, которые позволят нам переселиться на другую планету, способную обеспечить нормальное существование.

— Значит ли это, что в течение 4,5 млрд лет нам не стоит ждать опасности, исходящей от Солнца?

— Астрономы рассчитали эволюцию Солнца. Нам известна природа многих звезд, мы знаем их внутреннее строение, понимаем, как они развиваются. Солнце — стационарная звезда. У него будет постепенно возрастать радиус, однако никакого взрыва не произойдет, так что опасаться его не стоит. В нашей Галактике много переменных звезд. Но астрономы знают массу Солнца, его радиус, температуру. Отсюда можно сделать вывод, что наше небесное светило является стабильной звездой и будет обеспечивать нам миллиарды лет спокойного существования.

— Анатолий Михайлович, а грозит ли нашей планете кометно-астероидная опасность? И если да, то можно ли ее избежать?

— Этой проблемой сейчас обеспокоены многие ученые мира. Дело в том, что в наше время у человечества появились реальные способы воздействия на опасные астероиды и кометы*. Создана специальная Комиссия РАН по изучению околоземных объектов, астероидов, комет. Председатель этой комиссии — член-корреспондент РАН Борис Шустов. Если вдруг такой объект будет обнаружен, то мы сумеем противостоять ему. Например, сможем воздействовать на него: запустить космический корабль в виде гравитационного тягача, отклонить на несколько сантиметров на орбите. При необходимости взорвем его ядерным зарядом, хотя тут нужно быть очень осторожным. Во всяком случае есть реальные технологические возможности повлиять на эти объекты, поэтому сейчас этому уделяется особое внимание. Как уже говорилось, в мире идет активная разработка крупных телескопов, которые позволят более тщательно и более подробно заниматься изучением околоземного пространства.

— А как часто к нам на Землю попадают эти объекты? Расскажите о наиболее интересном из них.

— Десять лет назад были обнаружены метеориты, прилетевшие к нам с Марса. Их нашли, распилили и выявили следы окаменелых микроорганизмов. Это была сенсация. Казалось бы, на Марсе найдена жизнь в микробном состоянии. Но, к сожалению, дальнейшие исследования показали, что имеются некие трудности с этой интерпретацией. Вполне возможно, что это просто кристаллики некоего вещества, похожие на бактерии. Однако это была одна из самых любопытных находок, прилетевших к нам из космоса. Как известно, на Марсе найдена вода в замершем виде в огромных количествах**. Вполне вероятно, что под почвой существует жизнь в виде микроорганизмов. Ведь на экваторе Красной планеты в летнее время температура повышается до 10 °С. В то же время микрофлора на Земле, расположенная в ее недрах, превышает объем жизни, которая существует на поверхности и в атмосфере. Так, может быть, и на Марсе под грунтом такая же жизнь? После открытия этих «подозреваемых» микроорганизмов в марсианских метеоритах американское правительство провозгласило программу исследования Красной планеты, главная цель которой — найти следы жизни на ней.

— А какие сейчас существуют программы, связанные с освоением Луны? Правда ли, что мы приближаемся к тому, чтобы создавать там свои базы и обсерватории?

*См.: А. Литвак и др. Космические странники. — Наука в России, 2003, № 2 (прим. ред.).

**См.: И. Митрофанов. Разгадывая марсианские тайны. — Наука в России, 2002, № 6; М. Литвак, И. Митрофанов. Времена года на Марсе. — Наука в России, 2004, № 4 (прим. ред.).

Поиски жизни на Марсе.

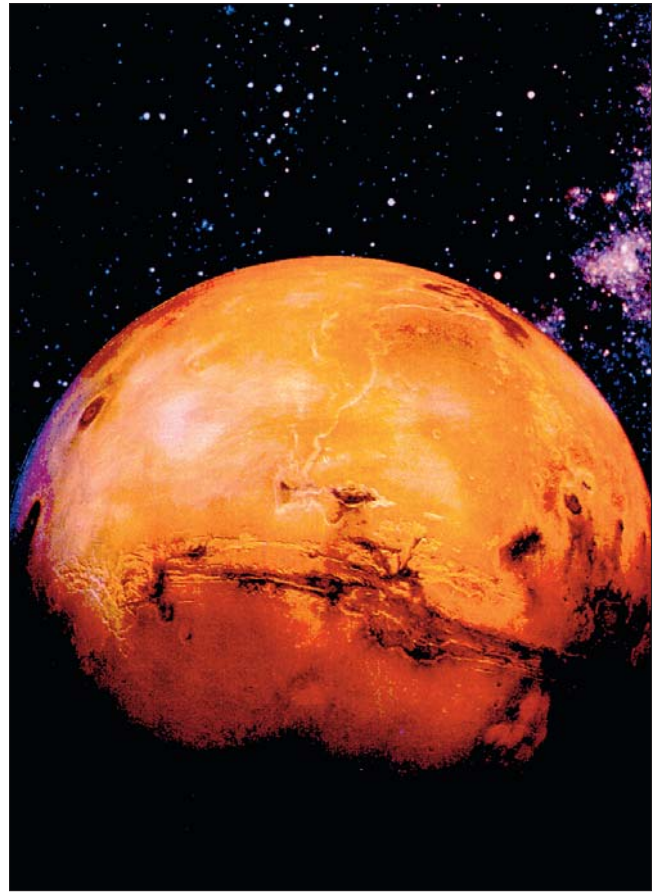
— Освоение Луны для ученых-астрономов является одной из самых главных и важных задач, решение которых позволит понять происхождение системы Земля-Луна. Надеюсь, что в ближайшем будущем в России этому будет уделяться особое внимание. Сейчас на ночном светиле найдена вода в «холодных ловушках»*. В ее полярных областях есть кратеры — туда Солнце не попадает никогда. Тень от вершин кратера существует вечно, там очень холодно. Когда кометы падают, они испаряются, и иней оседает в этих «холодных ловушках». За многие миллиарды лет воды могло накопиться много.

Вследствие этого перспективный сценарий освоения нашей ближайшей соседки можно планировать с учетом данного обстоятельства: ведь вода необходима для поддержания среды обитания на будущей лунной базе, высвобождаемый из нее кислород обеспечит воздушную атмосферу на станции, а водород станет эффективным топливом для космических аппаратов и транспортных средств. Создание там полярной космической обсерватории обеспечит нам великолепные условия для строительства астрономической, гелиофизической и метеорологической станций наблюдения. Поэтому мы надеемся, что на нашем ночном светиле скоро развернутся системы контроля астероидной опасности, мониторинга и раннего предупреждения катастрофических событий на Земле, изучение дальнего космоса и т.д.

— *Какие основные задачи сейчас ставит перед собой астрономия как наука?*

— В мировоззренческом плане наша первостепенная задача — поиск жизни вне Земли. Современная астрономия в состоянии с ней справиться. Как элемент программы поиска внеземной жизни, следует исследовать планеты Солнечной системы. Также нам необходимо будет понять природу «темной энергии» и гравитационного отталкивания. Уже сейчас можно сказать, что наличие «темной энергии» свидетельствует о новом пласте физических явлений, происходящих на сверхбольших расстояниях. Есть виды материи, которые еще не удалось открыть, — их ищут на Большом адронном коллайдере. Наконец, «черные дыры» и «кратовые норы». Проблемы их причинности необходимо решать. Это огромный вызов для всей фундаментальной науки.

Есть еще и прикладные проблемы. Одна из них — наша навигационная система ГЛОНАСС**. Ее работа связана с решением многочисленных общегосударственных задач, среди которых наиболее актуальны вопросы национальной безопасности и обороноспособности. В числе других ее приоритетов —



потребности фундаментальных наук, навигационного обеспечения сухопутных, морских, воздушных и космических средств и объектов, распространения единых геодезических систем и шкал времени, картографо-геодезическая подготовка различных работ на земле, в морях и океанах, демаркации границ. ГЛОНАСС требует очень точного измерения времени и неравномерности вращения Земли. Небольшого отклонения оси вращения нашей планеты будет достаточно для того, чтобы точность навигации ухудшилась. Необходимо четко учитывать это при работе наших навигационных систем. И, конечно же, основной задачей остается освоение Луны, как кладовой природных ресурсов, уникальной площадки для космических обсерваторий, трамплина для прорыва человечества на Марс и другие планеты Солнечной системы.

*См.: Э. Галимов. Проект «Луна-Гелий-3». — Наука в России, 2006, № 6; Ю. Авсюк. Объект исследования — Луна. — Наука в России, 2006, № 6 (прим. ред.).

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

СДЕЛАНО В СИБИРИ

В 2010 г. исполнилось 50 лет одному из наиболее революционных и значимых изобретений XX в. — лазеру. Событие широко отмечали в Сибирском отделении РАН, где прошла научная сессия Общего собрания, посвященная этой теме. Как заметил во вступительном слове председатель СО РАН академик Александр Асеев, «это открытие в значительной степени повлияло на развитие цивилизации, на технический облик нашего общества». Он напомнил, что первый импульсный рубиновый лазер был запущен в США физиком Теодором Мейманом 16 мая 1960 г. В СССР приборы этого типа появились в 1961 г. сначала в ленинградском Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова, затем в московском Физическом институте им. П.Н. Лебедева и уже через год — в СО АН СССР, в Институте радиофизики и электроники (ныне Институт лазерной физики, г. Новосибирск).

Вместе с техникой родилось и новое направление — лазерная физика*. Большой вклад в ее становление и развитие в СО РАН, подчеркнул Асеев, внесли академик Вениамин Чеботаев, член-корреспондент РАН Сергей Раутиан, доктора физико-математических наук Георгий Кривошеков и Юрий Троицкий. Сибирь и сегодня продолжает давние «лазерные» традиции. Об этом речь шла на пресс-конференции, прошедшей в канун 50-летнего юбилея лазера в Выставочном центре СО РАН с участием новосибирских специалистов: директоров Института лазерной физики академика Сергея Багаева и Института автоматизации и электрометрии члена-корреспондента РАН Анатолия Шалагина, заместителя директора по научной работе Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича доктора физико-математических наук Анатолия Оришича. Некоторые подробности разговора изложила в газете «Наука в Сибири» корреспондент Мария Горынцева.

У истоков направления, отметил Багаев, стоял Институт радиофизики и электроники. В 1950 г. сюда из

Красноярского края (по ходатайству президента АН СССР академика Сергея Вавилова) после ссылки перевели выдающегося физика-теоретика Юрия Румера, в довоенные годы работавшего в немецком г. Геттинген с основоположниками современной физики Нильсом Бором и Альбертом Эйнштейном, а в спецтюрьме Наркомата внутренних дел — с корифеями авиа- и ракетно-космических систем Андреем Туполевым и Сергеем Королевым*. Именно в этом институте в 1962 г. и создали первый газовый лазер. Над задачей работала тогда группа молодых специалистов во главе с Вениамином Чеботаевым (академик с 1992 г.). Заметим, много лет спустя этот талантливый экспериментатор стал первым директором Института лазерной физики СО РАН (1991 г.)**, внесшего определяющий вклад в развитие нелинейной спектроскопии.

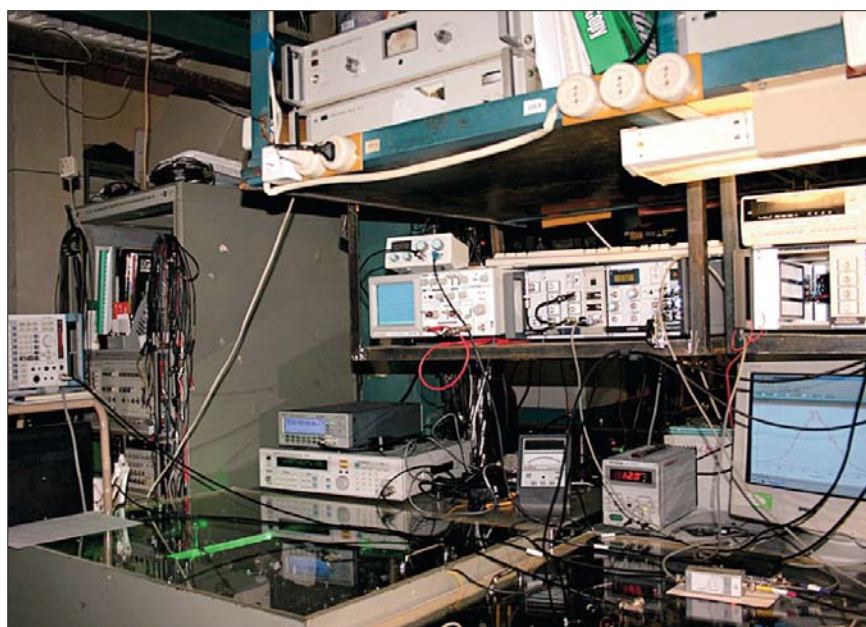
Еще на раннем этапе развития оптических квантовых генераторов (в 1967-1968 гг.) Чеботаев и его коллеги из московского Института спектроскопии доктор физико-математических наук Владилен Летохов, используя уникальные свойства лазерного излучения, сначала независимо друг от друга, а потом совместно предложили ряд методов (насыщенного поглощения, двухфотонного поглощения в поле стоячей волны, разнесенных оптических полей), увеличивающих разрешающую способность спектроскопии на 6-7 порядков, заложив тем самым основу для нового направления — нелинейной лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения. Это подтолкнуло развитие атомной, молекулярной и оптической физики, привело к созданию оригинальных технологий. И закономерный итог: в 1978 г. оба специалиста были удостоены Ленинской премии.

В 1981 г., отметил Багаев, в институте решили проблему преобразования частоты излучения из оптического в радиодиапазон и создали первые в мире ла-

*См.: Н. Добрецов. Первое региональное. — Наука в России, 2007, № 4 (прим. ред.).

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

**См.: А. Скринский. Познание материи. — Наука в России, 2007, № 6 (прим. ред.).



В лаборатории Института лазерной физики СО РАН, где создают высокостабильные устройства.

**Ведущий научный сотрудник
Института лазерной физики СО РАН Виктор Пивцов
демонстрирует оптические часы.**

зерные часы, в которых единица времени — секунда — определялась по числу высокостабильных оптических колебаний. К тому моменту были получены источники со стабильностью частоты 10-14 и выше — уникальный результат, благодаря которому секунду можно было фиксировать на 5-6 порядков точнее, чем в атомных рубидиевых или водородных микроволновых часах. Развитие работ по созданию ультрастабильных лазеров открыло принципиально новые возможности для экспериментов в физике, метрологии и других направлениях науки.

А в начале 2000-х годов здесь появились первые фемтосекундные оптические часы. Это был революционный прорыв в области высокоточных оптических измерений: ученые показали принципиальную возможность повышения точности абсолютных частотных измерений до 10^{-16} – 10^{-18} от радио- до ультрафиолетового диапазона, что важно для уточнения фундаментальных физических констант, например, при расчете траекторий движения космических кораблей, особенно в дальних полетах.

Багаев подчеркнул: стандарты частоты и времени, созданные сибирскими учеными, позволяют значительно повышать быстродействие потребительских навигационных устройств. Хорошо известная российская глобальная навигационная система ГЛОНАСС* благодаря их разработкам может увели-

чить точность определения координат с нескольких метров до сантиметров. Заметим, с развитием системы позиционирования с помощью наземного сегмента и использования одновременно сигналов американской системы GPS можно довести этот показатель до 20-30 см.

Что касается установок для медицины (а это одно из приоритетных направлений в институте), то они не уступают лучшим мировым образцам по качеству, а сейчас даже превосходят их и стоят в несколько раз дешевле. Например, лазерный стоматологический аппарат «Мелаз-С» удаляет пораженные кариесом твердые ткани зуба, стерилизует полость для пломбирования, выполняет другие операции, включая удаление камня. В Новосибирской городской туберкулезной больнице № 1 хирурги уже более 15 лет используют разработанные в институте инфракрасные твердотельные лазеры. Здесь проводят свыше 300 операций в год на легких и органах дыхания. Такая же техника около 10 лет стоит на службе в Новосибирском НИИ травматологии и ортопедии, где ежегодно выполняют свыше 200 операций по удалению опухолей головного и спинного мозга.

Вместе с тем специалисты предложили медикам инфракрасный лазерный хирургический аппарат «Мелаз-Х», по режущим и кровоостанавливающим свойствам превосходящий электронож. Основное его преимущество — в существенном снижении потери крови (более чем в 2 раза), поэтому он незаменим

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



Участники пресс-конференции в Выставочном зале СО РАН:
директор Института лазерной физики академик Сергей Багаев,
директор Института автоматики и электрометрии член-корреспондент РАН Анатолий Шалагин,
заместитель директора по научной работе Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича доктор физико-математических наук Анатолий Ориич.

в гинекологии, урологии, нейрохирургии и других областях медицины.

Другую установку этой серии — «Мелаз-кардио» — применяют для раскрытия элементов кардиоваскулярных (сердечно-сосудистых) протезов. Она измеряет толщину ткани с точностью 10 мкм, выводит на экран монитора топологию лоскута, автоматически размещает необходимые элементы на карте в соответствии с заданными размерами и по команде оператора вырезает их. Аппарат работает быстро и с высокой точностью, что крайне важно в кардиологии,

при этом повышает производительность труда хирурга более чем в 5 раз. «Мелаз-кардио» внедрен в Кемеровском кардиологическом центре.

Нельзя не отметить, что именно в Новосибирске в 1990-х годах был создан первый эксимерный (газовый) лазер с длиной волны 193 нм, составляющий ныне основу всех офтальмологических установок в мире*. Он предназначен для исправления близорукости, дальнозоркости и астигматизма путем изме-

*См.: И. Шербаков. Лазерная физика в медицине. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

нения кривизны внешней поверхности роговицы глаза. Во всем мире в таких операциях нуждаются до 1,5 млн человек ежегодно.

О достижениях сибиряков, связанных с разработкой волоконных лазеров, на пресс-конференции рассказал член-корреспондент РАН Анатолий Шалагин. Институт автоматики и электрометрии, который он возглавляет, ведет исследования по этой теме с 2002 г. За 8 лет с небольшим ему удалось добиться результатов, ставших заметными не только у нас, но и за рубежом. В лаборатории волоконной оптики (заведующий доктор физико-математических наук Сергей Бабин) впервые в мире получили наибольшие диапазоны перестройки длины волны лазерной генерации (50 нм и более в разных спектральных областях), достигли эффективного удвоения частоты установок с генерацией в сине-зеленом и желто-красном диапазонах с перспективой применения в биомедицине, реализовали стабилизированные одночастотные приборы для метрологии и сенсорные системы для энергетики.

Институт работает в тесной кооперации с мировыми лидерами направления. В 2010 г. совместно с коллегами из Университета Астон (Великобритания) здесь создали самый длинный в мире оптоволоконный лазер. Открытый учеными «предел» увеличения длины линейного резонатора до 300 км и более означает, что в этом интервале реализуется классический тип излучения, а в последующем возникает другой режим генерации. А это повод для новых исследований российско-английской коллаборации.

Сейчас специалисты Института автоматики и электрометрии вместе с партнерами из других учреждений СО РАН создают уникальный прибор — секвенатор ДНК, проще говоря, аппарат, способный с помощью тончайших лучей лазера расшифровывать информацию, закодированную в генах. Ученые полагают, что вскоре появится возможность узнать, к каким болезням у человека есть предрасположенность, как их предупредить. Аналоги схожего прибора в мире есть, американцы уже поставили выпуск таких установок на поток. И тем не менее пользоваться ими могут единицы. Разработка российских ученых должна появиться в каждой поликлинике, и это будет, утверждает Шалагин, первый шаг доступности к геномной медицине.

Заместитель директора Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Анатолий Оришич сфокусировал внимание на применении мощных лазеров для технологической обработки материалов и вкладе сибирских ученых в их создание. Анализ мировых тенденций в этой области показал: если «нож» (а в этом качестве использовали резец, фрезу и другой режущий инструмент) был основным элементом обработки материалов в XX в., то в XXI в. эту роль будет играть лазерный луч. В настоящее время его используют и вместо традиционных процессов при раскрое, сварке, термической обработке, упрочнении поверхности материала, грави-

ровке, и для организации новых технологий, способных придать деталям особую твердость (речь идет прежде всего о лазерно-порошковой наплавке, создании композиционных материалов, механической обработке). Область применения подобной техники — автомобильная, машиностроительная, электротехническая, приборостроительная и другие отрасли промышленности.

Институт имеет большой практический опыт в разработке промышленных лазеров мощностью 1–10 кВт. С 1972 г. здесь создают CO₂-лазеры с конвективным охлаждением рабочих газов. Эти установки продемонстрировали высокую надежность, экономичность, способность работать в условиях промышленного производства. Кроме того, они примерно в 2 раза дешевле мировых аналогов.

Их «изюминка» — специальный самофильтрующий резонатор, работающий на получение соответствующего качества излучения при высокой мощности до 10 кВт. Только наши лазеры, отметил Оришич, могут работать на газах технической чистоты и смеси CO₂ — воздух (без N₂ и He). К 1980 г. в СССР подобными технологиями занимались во многих научных организациях Москвы, Ленинграда, Николаева, Казани и других городов, однако к промышленному производству была принята разработка именно сибирского института.

Кроме резки, лазерное излучение используют для сварки. Это новое слово в науке. Дело в том, что сварное соединение, полученное традиционным методом, менее прочное, чем основной металл. Его достаточно для сварки, например, судов, автомобилей, но не самолетов. Поэтому в авиастроении до сих пор применяют клепку. Сегодня институт ведет поиск новых способов лазерной сварки для пассажирской и военной авиации. Уже предложена технология, позволяющая достичь прочности сварных деталей, не уступающей основному материалу. Добиться этого удалось благодаря нанопорошкам, влияющим на процессы кристаллизации металлов в одном шве и придающим ему хорошую структуру.

Разработки института получили мировое признание. Так, на ярмарке в Ганновере (Германия, 2005 г.) — крупнейшем в мире форуме современных технологий — появление нашей лазерной установки мощностью до 8 кВт произвело настоящий фурор. Это доказывает, что во многих областях лазерной физики и техники российские ученые по-прежнему вне конкуренции.

Горынцева М. К юбилею лазера. — «Наука в Сибири», 2010, № 49

Фото Д. Голубевой (Информационный портал «Академия новостей», г. Новосибирск)

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

НЕТРАДИЦИОННЫЕ РЕАГЕНТЫ – ЛОВЦЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Доктор технических наук Татьяна БУДЫКИНА,
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

Современная промышленность не может обходиться без использования огромных объемов воды. Но участвуя в производственном цикле, вода по пути вбирает в себя большое количество загрязнений, в том числе токсичных для человека и окружающей среды. Поиск эффективных методов их последующего удаления – актуальная задача, стоящая перед исследователями. Один из перспективных подходов – применение в этих целях нетрадиционных реагентов.

ИСЧЕЗАЮЩЕЕ БОГАТСТВО

Изменения климата на планете приводят к тому, что все большие ее территории охватывает засуха или длительное затопление. А это ведет к прогрессирующей нехватке питьевой воды. Согласно данным ООН, около 700 млн человек в 43 странах мира постоянно пребывают в условиях такого дефицита и вызванного им стресса. Примерно треть населения

Земли не имеет доступа к воде для бытовых нужд, шестая часть – к чистой питьевой. Из-за ее недостатка и плохого качества ежегодно болеют 500 млн человек, из них 10 млн (главным образом дети) умирают.

Согласно прогнозу российских ученых, между 2035–2045 гг. объем пресной воды, потребляемой населением планеты, сравняется с ее ресурсами. Впрочем, глобальный кризис в данной сфере может насту-

**Реагент «Аквамаг»
разных степеней измельчения.**



пить даже раньше, ибо большие запасы воды уже сегодня остаются лишь в нескольких странах (в их числе и наша), другие же испытывают ее острый дефицит. Вот почему многие эксперты утверждают, что в ближайшем будущем вода будет рассматриваться как третий ресурс по объему приносимых доходов после нефти и газа, а за обладание им развернется соперничество среди ведущих государств мира.

К тому же наблюдающийся уже достаточно давно безудержный, неконтролируемый промышленный рост во многих регионах планеты несет в себе немало негативных последствий. Без особого преувеличения можно сказать, что речная сеть Земли фактически превратилась в естественную канализационную систему цивилизации, где в больших количествах присутствуют рукотворные загрязнители: минеральные удобрения, пестициды, поверхностно-активные вещества, соли тяжелых металлов, нефтепродукты. Кроме того, в водоемы поступают болезнетворные бактерии.

Для России — на ее территории сосредоточено 22% мировых запасов пресной воды — казалось бы, опасность такого рода неактуальна. На самом деле это не так. В связи с большой долей производств, связанных с переработкой ископаемого сырья, снижением общей экологической культуры населения нагрузка на источники воды усилилась. В результате качество ее во многих местах ухудшается. Правда, пока антропогенное воздействие у нас в 4 раза меньше среднемирового (0,13 млн человек на 1 км³), годовое уменьшение запасов водных ресурсов составляет около 1% (в мире 5%), кратность разбавления сточных вод (в 58 раз) более чем вдвое превышает среднемировую. Тем не менее в самых обжитых и населенных регионах России обстановка неудовлетворительная. Хотя нельзя признать ее благополучной и там, где жителей

значительно меньше. Например, на северо-востоке страны (треть общей территории) лишь 1/3 ресурсов речных вод можно признать чистыми.

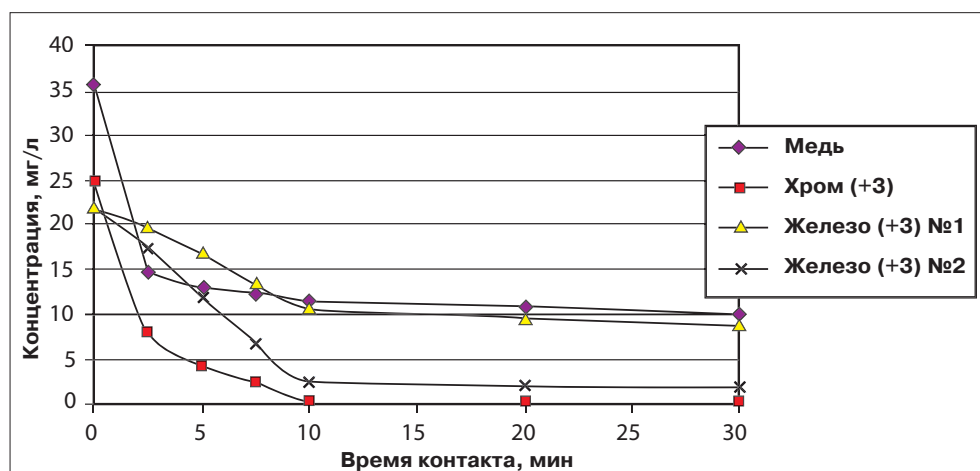
В целом же географическая особенность всех упомянутых загрязнений у нас состоит в том, что основные промышленные районы с высокой концентрацией населения располагаются в верховьях рек. Именно поэтому такие крупные из них, как Волга, Дон, Урал, Обь, Енисей, Печора, практически на всем протяжении оцениваются как загрязненные, а их притоки — Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Тура — и вовсе признаны сильнозагрязненными. И, к сожалению, при существующих системах централизованного водоснабжения в большинстве наших городов и поселков состояние водных источников не может гарантировать требуемого качества питьевой воды.

ЕСТЬ ЛИ ВЫХОД?

Как считают специалисты, меры необходимо принимать минимум в двух направлениях: с одной стороны, стремиться предотвращать загрязнения поверхностных и подземных вод, с другой — проводить очистку воды перед использованием. Решение первой задачи — предмет отдельного исследования. Мы же в этой статье уделим внимание второй.

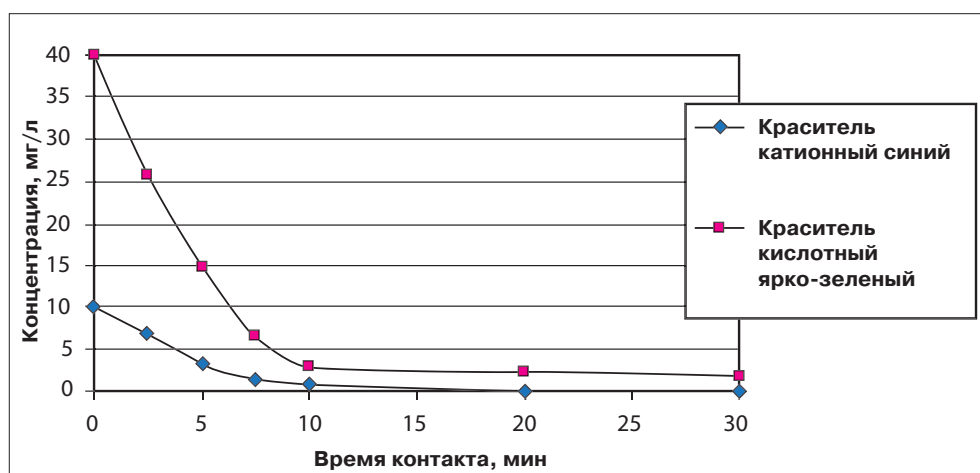
Свыше 40 лет назад один из создателей прикладного научного направления — химии и технологии очистки воды — академик АН УССР Леонид Кульский предложил разделить все загрязнители на 4 группы в зависимости от формы нахождения их в воде и сгруппировал методы удаления этих веществ. В последующем соответствующие технологии были заметно усовершенствованы, разработаны и новые.

В настоящее время наиболее распространены методы, направленные на выделение из воды взвешенных частиц, удаление растворенных в ней примесей,



Зависимость содержания ионов металлов от времени контакта с реагентом; под номером 2 – опыт с прокаленным при 800°C «Аквамагом».

Зависимость содержания красителя от времени контакта с реагентом.



обеззараживание. При этом применяют коагуляцию*, сорбцию**, обработку ультрафиолетом и пр. Для реализации процессов используют вспомогательные вещества – реагенты, позволяющие интенсифицировать ход очистки, извлекать загрязнители, обесцвечивать воду. В числе традиционных – соли алюминия, железа, кальция и др. К сожалению, все они имеют ряд недостатков: несмотря на высокую стоимость, не обеспечивают финишную очистку до норм предельно допустимых концентраций вредных соединений, подкисляют или перешелачивают воду, что требует дальнейшей ее нейтрализации, а соответственно – расхода дополнительных реагентов. Кроме того, реагенты применяются в избыточном количестве, что приводит к образованию повышенной концентрации их в воде и отрицательно влияет на живые организмы. Так, использование солей алюминия нежелательно не только из-за высокого остаточного содержания самого этого химического элемента в очи-

щенных водах, но и негативного воздействия на организм человека*, проявляющегося в нарушении обмена веществ, в особенности минерального, функций нервной системы.

Избирая тот или иной способ, необходимо учитывать и местные особенности. Скажем, реагенты, содержащие железо, для Курской области неприемлемы из-за сверхнормативного содержания его в водах региона.

За последние несколько лет в экобиозащитной технике появились новые, нетрадиционные реагенты (подробнее о них пойдет речь ниже), свободные от перечисленных недостатков, но сведений об их свойствах, границах применения пока недостаточно. Для восполнения этого пробела мы в 2008–2010 гг. провели экспериментальные исследования по определению их эффективности, выбора оптимальной концентрации, режима дозирования, возможности замены ими традиционных реагентов.

Нами были испытаны появившиеся на рынке отечественных природоохранных услуг в последние 2–3 года «Аквамаг», производимый «Русским горно-химическим обществом» (Москва), и титановый коагу-

*Коагуляция – процесс, состоящий во внесении в жидкую среду химического реагента (коагулянта) с целью дестабилизации взвешенных коллоидных частиц и их последующего хлопьеобразования (прим. ред.).

**Сорбция – поглощение твердым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды (прим. ред.).

*См.: Н. Калетина, Г. Калетин. Микроэлементы – биологические регуляторы. – Наука в России, 2007, № 1 (прим. ред.).

**Порошкообразный «Аквамаг»
очищает воду от кислотного
ярко-зеленого красителя:
слева – до контакта с реагентом,
справа – после контакта.**

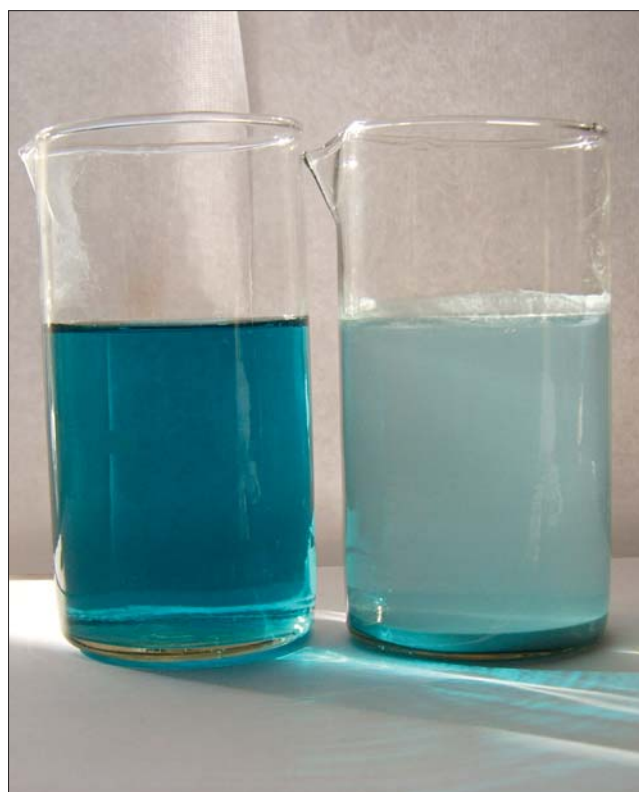
лянт, выпускаемый ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» (г. Ухта, Республика Коми). Первый из них предназначен для очистки воды от растворенных загрязняющих веществ и представляет собой магнийсодержащее соединение с преобладанием оксида магния. Получают его путем дробления природного минерала брусита, добываемого в Кульдурском месторождении (Еврейская автономная область), причем степень измельчения зависит от решаемых задач. Второй реагент лучше всего подходит для удаления из воды взвешенных веществ, а по составу является композицией на основе оксидов, гидроксидов, сульфатов и оксигидросульфатов титана и алюминия.

Эффективность действия этих двух нетрадиционных реагентов проверяли на природных водах Курской области и стоках машиностроительных, деревообрабатывающих предприятий, трикотажного комбината, птицефабрики, сахарного завода, молочного цеха. В качестве загрязнителей изучали вещества как органического происхождения — красители, фенолы, так и неорганического — соли тяжелых металлов, взвеси. Предстояло выяснить, насколько нетрадиционные реагенты эффективны в деле защиты гидросферы.

ПЯТЬ НАПРАВЛЕНИЙ

Прежде всего мы попытались ответить на вопрос, как «Аквамаг» справляется с удалением из воды ионов тяжелых металлов — меди и трехвалентного хрома (Cr^{3+}). Дело в том, что сточные воды, содержащие их, а также ионы других тяжелых металлов — никеля, цинка, кадмия и т.д., представляют значительную опасность для окружающей среды, ибо эти компоненты длительное время сохраняются в биосфере (от нескольких десятков до тысяч лет), обладают способностью накапливаться в пищевых цепях и в больших дозах ядовиты для живых существ. Поэтому к очистке стоков от тяжелых металлов предъявляются жесткие требования. Обычно само удаление проводят реагентным, ионообменным, сорбционным и другими методами. Наиболее распространен традиционный способ — реагентный с добавлением извести. А можно ли использовать с той же целью упомянутый «Аквамаг»? Нами показано: да, он пригоден для освобождения воды от ионов меди с высокой их концентрацией — 30–35 мг/л. Степень очистки уже через 30 мин с начала контакта с реагентом составляет 72%, что позволяет рекомендовать его для очистки сточных вод гальванических производств.

Очень актуально уменьшение содержания ионов хрома (Cr^{3+}) в сточных водах машиностроительных и особенно кожевенных заводов, где концентрация ионов этого металла достигает 11,2 мг/л, что более чем на порядок выше предельно допустимой нормы.



Наши опыты показали: при начальной концентрации этого загрязнителя 24,5 мг/л уже в течение первых 10 мин с начала контакта с «Аквамагом» обеспечивается 100%-ное удаление ионов хрома (Cr^{3+}). В итоге мы разработали технологии очистки, не требующие последующей нейтрализации воды, так как она при этом не перещелачивается, и, в конце концов, позволяющие создать менее затратную замкнутую систему водоснабжения.

Второе направление наших работ — применение нетрадиционных реагентов для очистки воды от органических сильнотоксичных соединений — фенолов. Как известно, они используются для получения фенолформальдегидных смол, применяемых в производстве фенопластов, синтетического волокна, медицинских препаратов, антисептиков, красителей, моющих средств, пестицидов и пр., а потому присутствуют в стоках коксохимической, нефтеперерабатывающей, химической, целлюлозно-бумажной, фармацевтической и других отраслей промышленности.

Основные недостатки традиционных способов борьбы с этими опасными загрязнителями — длительность получения необходимых сорбентов и высокая их стоимость, недостаточная степень удаления фенолов, необходимость нагревать очищаемые растворы и реагенты. Мы попытались применить с той же целью «Аквамаг» и показали, что при пропускании через него сточных вод, образующихся на деревообрабатывающем предприятии «Изоплит» (г. Обоянь Курской области), происходит 100%-ное удале-



Нетрадиционный реагент – титановый коагулянт.

ние фенола из воды. Кроме того, уменьшается ее окисляемость и содержание в ней солей. В дальнейших исследованиях выяснилось: данный магнийсодержащий реагент применим не только в деревообработке, но и в других производствах, требующих очистки воды от фенолов. (В январе 2011 г. предложенная нами технология использования «Аквамага» для удаления из воды ионов металлов и фенолов подтверждена патентом на изобретение.)

Третье направление нашего поиска связано с очисткой стоков после красильно-отделочных операций предприятий легкой промышленности. К сожалению, достигнуть 100%-ного удаления красящих веществ, как правило, не удастся, хотя их компоненты губительны для водной фауны и флоры. Проведенные нами испытания «Аквамага» выявили, что он пригоден для эффективной очистки окрашенных растворов, образующихся на текстильных фабриках, трикотажных комбинатах, кожевенных заводах, в химчистках. В ходе опытов установлен вероятностный механизм извлечения из сточных вод кислотных красителей, определена сорбционная емкость реагента. Например, 100%-ная очистка воды от синего красителя достигается при контакте с ним не более 20 мин, от ярко-зеленого – спустя 30 мин. На основании этих экспериментов предложены соответствующие технологии для применения их в промышленности.

Четвертое направление исследований – нейтрализация кислых сточных вод. Как оказалось, при применении «Аквамага» не образуется труднорастворимый осадок (гипс), воды в результате обработки не



Титановый коагулянт очищает мутные воды: слева – до контакта с реагентом, справа – после контакта.

перешелачиваются, не требует корректировки и pH (уровень кислотности) перед сбросом сточных вод в городской коллектор или водоем.

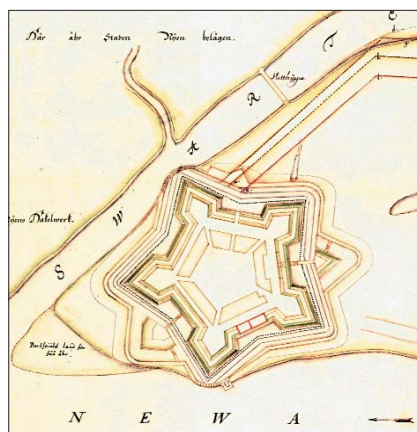
И, наконец, пятое направление – определение эффективности титанового коагулянта в удалении взвешенных веществ из природных и сточных вод в сравнении с традиционным коагулянтом (сернокислый алюминий) и несколькими другими соединениями сходного действия. В опытах, проводившихся нами со стоками птицефабрики и молочного завода, установлено: титановый коагулянт сравним по эффективности с оксихлоридами и сульфатом алюминия. При этом дозы этих веществ в пересчете на товарный продукт, как правило, выше доз титанового коагулянта при одинаковом эффекте очистки.

Подводя итог, отметим: наши исследования показали, что традиционные реагенты в экобиозащитной технике можно заменить менее затратными, более современными. При этом уменьшится не только плата предприятий за вывоз осадка, но и за сброс сточных вод за счет создания оборотной системы водопотребления.

Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации для молодых ученых – докторов наук, № МД-563.2010.8

Иллюстрации предоставлены автором

АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОХТИНСКОГО МЫСА



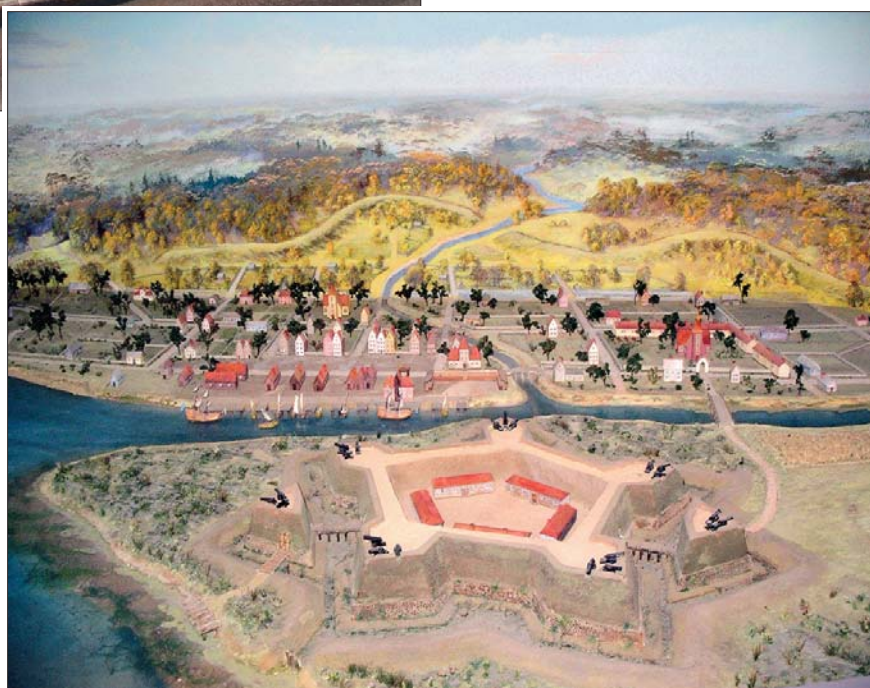
Кандидат исторических наук Петр СОРОКИН,
руководитель Санкт-Петербургской
археологической экспедиции,
заместитель директора Северо-Западного НИИ
культурного и природного наследия,
старший научный сотрудник
Института истории материальной культуры РАН

**Легенду об основании русским царем Петром I северной столицы
на необжитых, пустынных невских берегах
все больше опровергают новые археологические открытия.
Исследования Санкт-Петербургской археологической экспедиции
Северо-Западного НИИ культурного и природного наследия, проведенные
в последние два десятилетия в Петербурге и его окрестностях
и особенно в устье реки Охты (она впадает в Неву в пределах города),
показали: эта территория была обитаема
как минимум с IV тыс. до н.э. и хорошо освоена в средние века
ижорским и русским населением.**

Цитадель крепости Ниеншанц на плане 1681 г.



Памятный знак «Крепость Ниеншанц»,
2000 г. Авторы Владимир Реппо,
Петр Сорокин



Макет крепости Ниеншанц
и города Ниен в музее «Ландскрона,
Невское устье, Ниеншанц»,
2003-2007 гг.

ПОД ЗАВОДСКИМИ КОРПУСАМИ

Какова предыстория этих работ? Еще в 1751 г. один из первых историков Петербурга сотрудник библиотеки Императорской Академии наук Андрей Богданов, сетовавший на отсутствие в городе памятников старины, предлагал сберечь Ниеншанц — шведскую крепость в устье Охты, взятую штурмом войсками Петра I в 1703 г., — как память о победах русского оружия. В начале XIX столетия к этому же призывал первый историк Ниеншанца Андрей Гиппинг. Остатки валов и рвов крепости сохранялись на Охте вплоть до середины XX в. и полностью исчезли из городского ландшафта только со строительством новых корпусов предприятия «Петрозавод» в 1970-е годы. Учитывая постоянно развивавшуюся плотную промышленную застройку этой территории, многие историки склонялись к мнению, что от памятников прошлого здесь уже ничего не осталось.

Тем не менее в 1992 г. Санкт-Петербургской археологической экспедицией Северо-Западного НИИ культурного и природного наследия на месте шведского города Ниена и крепости Ниеншанц были начаты работы по программе «Изучение допетровских памятников на территории Петербурга». И на нескольких крохотных, свободных от заводских корпусов инженерных коммуникаций и асфальто-бетонного покрытия, участках, используя шведские планы XVII в., были заложены 10 шурфов глубиной до 3,5 м и общей площадью около 20 м². В них обнаружили первые находки, относящиеся к XVI-XVII вв. Таким образом, стало ясно, что здесь сохраняются следы прошлого и необходимо провести дальнейшие исследования. По результатам этих работ мы подготовили учетную документацию, на основании чего в 2001 г. мыс при впадении реки Охты в Неву был поставлен на государственную охрану в качестве выявленного объекта культурного наследия. По-

Раскопки деревянных сооружений
неолитического времени.



Находки эпохи неолита
и раннего металла:
каменные орудия, керамика,
янтарные украшения.

явилась законодательная основа для продолжения археологического изучения территории. К 300-летию северной столицы на средства российских и шведских меценатов удалось провести мемориализацию памятного места: создать памятный знак, посвященный событиям древности, и открыть первый в Петербурге историко-археологический музей «Ландскрона, Невское устье, Ниеншанц».

Дальнейшие, более масштабные охранные раскопки на Охтинском мысу провела в 2006–2009 гг. Санкт-Петербургская археологическая экспедиция совместно с Институтом истории материальной культуры РАН в связи с планами строительства здесь высотного общественно-делового центра «Охта» (в конце 2010 г. от этой идеи отказались). За эти годы исследована территория общей площадью около 30 000 м². Под снесенными в 2007 г. заводскими корпусами, к удивлению археологов, был открыт уникальный не только для России, но и

всей Северо-Восточной Европы памятник. В напластованиях мощностью до 5 м обнаружены культурные слои и объекты, далеко отстоящие друг от друга по времени: стоянки эпохи неолита и раннего металла, средневековое мысовое городище, крепость Ландскрона XIII в., позднесредневековый могильник русского поселения Невское Устье XVI–XVII вв., крепость Ниеншанц XVII в. О каждом из них и пойдет речь ниже.

ПОСЕЛЕНИЯ ЭПОХИ НЕОЛИТА И РАННЕГО МЕТАЛЛА

Культурные слои и находки эпохи неолита и раннего металла (IV–III тыс. до н.э.) выявлены на всем мысу при впадении реки Охты в Неву. Первые люди поселились тут после отступления Литоринового моря*.

*Литориновое море — морской бассейн, существовавший в последлениковое время (около 7–4,5 тыс. лет назад) на месте современной Балтии (прим. ред.).



**Ров мысового городища
и канава с частоколом XIII в.**

детельства этому — обнаруженные здесь остатки деревянных конструкций, связанных с промысловой и хозяйственной деятельностью человека. Прекрасно сохранились разнообразные каменные орудия, изделия из коры, набор янтарных украшений, а также многочисленные фрагменты — орнаментированной глиняной посуды, рыболовных ловушек, сделанных из кольев и планок. Поселение, названное нашими специалистами «Охта 1», по своим масштабам и сохранности остатков деревянных конструкций входит в число редчайших объектов на территории Северо-Восточной Европы.

В научных кругах устоялась гипотеза о том, что с момента своего образования река Нева представляла собой широкую протоку между Ладожским озером и Финским заливом, сохранявшуюся вплоть до средневековья. Однако наши раскопки опровергают эту точку зрения. Как оказалось, отложения эпохи неолита отделены от располагающихся выше средневековых почвенных слоев песчаными наносами толщиной до 1 м — ученые отнесли их ко времени образования реки Невы. По мнению палеогеографов, она возникла около 3100 лет назад в результате прорыва вод из Ладожского озера в Финский залив. Наши находки говорят о том, что примерно 2800 лет назад в эту местность вернулось население. В ходе изучения центральной части Охтинского мыса выявлены следы пребывания здесь человека в эпоху бронзы*, а также в период раннего железного века**: остатки кострищ и артефакты (800 г. до н.э. — 500 г. н.э.).

*Бронзовый век — исторический период, характеризующийся распространением бронзовых орудий в конце IV — начале I тыс. до н.э. Для северо-запада России датировка другая: II—I тыс. до н.э. (прим. ред.).

**Железный век — период в развитии человечества, наступивший с распространением металлургии железа. Сменил бронзовый век в основном в середине I в. до н.э. — середине I в. н.э. (прим. ред.).

ГОРОДИЩЕ

Земли у устья реки Охты — возвышенные и недостижимые для наводнений, с хорошей гаванью для стоянки судов, защищенные водными рубежами — издревле являлись одними из самых благоприятных для обитания людей в низовьях Невы. Место это занимало удобное географическое положение: на пересечении важнейших тогда путей — водного, проходившего по Неве, и сухопутного, связывавшего Новгород и Ижорскую землю* с Карелией и Финляндией. Все это и предопределило возникновение здесь поселенческого центра округа, развивавшегося вплоть до основания Санкт-Петербурга. Первоначальное укрепление располагалось в северной, самой возвышенной части мыса. В ходе раскопок здесь на протяжении около 80 м прослежен оборонительный ров шириной до 3,5 м, глубиной до 2 м, пересекавший мыс в широтном направлении между Невой и Охтой. За ним следовал земляной вал (остатки его сохранились), прекративший существование в связи с захватом этой местности шведами и строительством ими новых укреплений.

ЛАНДСКРОНА

Шведы основали крепость Ландскрону летом 1300 г. В Новгородской 1-й летописи говорится: «придоша из замория свеи в силе велице в Неву, приведоша из своей земли мастера, из великого Рима от папы мастер приведоша нарочит, поставиша город над Невею на усть Охты реки, и утвердиша твердостью несказанною, поставиша в нем пороки, похвалившиеся оканьнии, нарекоша его Венец земли».

*Ижорская земля — историческое название в XII—XVIII вв. территории по берегам Невы и юго-западному Приладожью, заселенных в основном финно-угорским народом ижорой. С XII в. — владение Великого Новгорода, с 1478 г. — в Российском государстве; в 1581–1590, 1609–1702 гг. оккупирована Швецией. Возвращена России в 1702–1703 гг. (прим. ред.).



Захоронения из могильника
на левом берегу Охты.

Согласно шведской хронике, флот с войском в количестве 1100 человек возглавлял королевский наместник Тергильс Кнутсон. По завершении строительства, как отмечает летописец, между двумя реками был вырыт ров, над ним стояла стена с восемью башнями с бойницами, а за ними — все войско. После отплытия флота в Ландскроне остался гарнизон численностью 300 человек.

18 мая 1301 г., по свидетельству того же источника, русские войска во главе с великим князем Андреем, сыном Александра Невского*, подступили к крепости и «град взят бысть, овых избиша и исекоша, а иных извязавше поведоша с города, а град запалиша и розгребоша». (Об этих и последующих событиях подробно рассказано в монографии автора данной статьи «Ландскрона, Невское устье, Ниеншанц». — СПб.: Литера, 2000.)

Остатки Ландскроны сохранились на площади около 15 тыс. м². Современные раскопки позволили установить, что это было регулярное укрепление прямоугольной формы, окруженное двумя линиями рвов шириной 11 и 15 м. Они имели в разрезе трапециевидную форму и плоское дно. Облицовка деревянными конструкциями предохраняла их от оползания. Протяженность оборонительных линий составляла около 150 м с восточной стороны и 140 м — с южной. Отметим: сложившееся ранее на основании письменных свидетельств представление о Ландскроне, как о типичной для тех времен мысовой крепости, наши исследования не подтвердили. Конструктивные особенности ее рвов не имеют аналогов в средневековой фортификации Восточной Европы. Выяснилось также, что для укрепления площадки под первоначальное строительство на ней насыпали платформу, уложив в

основании бревенчатые клетки шириной 8–16 м. Выходит, ее возводили по единому проекту и он предполагал регулярную планировку.

В западной линии укреплений нами изучено основание сгоревшей крепостной башни. Подвальная ее часть служила колодцем. Вероятно, существовали планы возведения взамен построенных более прочных корпусов. Однако в отличие от Финляндии и Карелии, где шведы строили каменные укрепления, здесь для этого не хватало материала.

Найдены следы штурма и разрушения Ландскроны: на склоне внутреннего оборонительного рва — сгоревшие остатки крепостных стен и там же — арбалетные болты, наконечники копий и стрел.

НЕВСКОЕ УСТЬЕ

Вскоре после падения Ландскроны территорию в устье реки Охты начало осваивать местное население. Первое описание здешних поселений (трех деревень и сельца, в котором было 18 дворов) содержится в Писцовой книге Водской пятины* 1500 г. Земли в нижнем течении Охты издавна принадлежали двум знатным боярским родам Великого Новгорода, а после присоединения его в 1478 г. к Москве вошли в состав владений великого князя московского.

Судя по отрывочным документам, уже в XVI в. на основе этих поселений сформировался торговый центр, получивший название Невское устье (более подробные сведения о нем зафиксированы в Обысках книг 1599–1600 гг.). Здесь были церковь Михаила Архангела, корабельная пристань, Государев гостиный двор, таможня; велась международная торговля. Известно,

*См.: А. Богданов. Главное имя России: Александр Невский. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

*Водская пятина — одна из пяти (административно-территориальных областей) Новгородской земли до XVIII в.; расположена между реками Волхов и Нарва. Получила название по финно-угорскому народу водь, проживавшему на этих землях (прим. ред.).



*Потайной ход на фланке
Мертвого бастиона.*

что только в 1615 г. сюда приходили 16 судов из Выборга, Ивангорода, Ладоги, Нарвы, Новгорода, Норчепинга, Ревеля, Стокгольма. Находки, связанные с указанными поселениями XIV-XVI вв., представлены фрагментами керамических сосудов из белой и красной глины.

К XVI в. относится появление в Невском устье кладбища на левом берегу реки Охты. В ходе раскопок изучены 216 захоронений. Выяснено, что часть из них уничтожена или перенесена при строительстве фортификационных сооружений XVII в., часть повреждена современными инженерными коммуникациями и постройками. В засыпанных рвах в большом количестве встречаются, как выражаются археологи, переотложенные кости, относившиеся примерно к 300 разрушенным захоронениям. На сохранившихся участках кладбища могилы во многих случаях перекрывают друг друга в два-три яруса. Погребенные лежали на спине, со скрещенными руками, часть — в гробах, от которых сохранились древесный тлен и кованые гвозди. Головы похороненных ориентированы в основном на юго-запад, в отдельных случаях — на северо-восток и северо-запад. Удалось зафиксировать два групповых захоронения, вероятно, связанных с военными действиями: на деревянном настиле усопшие были уложены в ряд. В пяти могилах среди костей обнаружены свинцовые пули.

Поскольку захоронения совершались по христианской традиции, сопутствующие находки оказались редки. В их числе 9 шведских монет, фрагмент железного ножа, православный бронзовый нательный крест, детали одежды и украшения.

НИЕНШАНЦ

В 1611 г. шведский король Карл IX, начавший интервенцию против России, в устье реки Охты велел поставить дерево-земляную крепость, вмещавшую первонач-

ально 500 человек. Она получила название Нюенсканс (Невское укрепление), но в русском языке позднее закрепился несколько иной, немецкий вариант — Ниеншанц. В 1617 г. по Столбовскому миру Ижорская земля была закреплена за Швецией. И в 1632 г. на правом берегу Охты, напротив упомянутой крепости, по приказу короля Густава II Адольфа основали город Ниен. В течение последующих десяти лет королева Кристина (1626—1689) пожаловала ему полные городские права.

Первоначально укрепление, расположенное на мысу между Невой и Охтой, имело прямоугольную форму, но позднее очертания его изменились. На карте устья Невы 1643 г. оно изображено в виде неправильного шестиугольника. Во время Русско-шведской войны 1656-1661 гг. Ниеншанц был взят и разрушен русскими войсками. Однако после войны он и окружающие территории остались за Швецией.

Заметим: проекты 1630-1650-х годов, разработанные архитекторами Георгом Швентелем и Юханом фон Роденбургом, предусматривали строительство здесь новой цитадели и сооружение укреплений вокруг уже сформировавшегося города с включением в них еще не освоенных земель на левом берегу Охты. В 1652 г. был утвержден обновленный проект укреплений Ниеншанца. Строительство их вел инженер Генрих фон Зойленберг. Цитадель приобрела форму звезды и имела пять бастионов, два рavelина. Главные ворота выходили к Охте, мост через которую связывал крепость с центром города. Согласно сохранившемуся плану 1681 г., диаметр окружности, описываемой по ее оконечностям, составлял около 245 м. Ширина бастионов достигала 60 м, протяженность куртин (участков стен) между ними — около 50, ширина валов — около 19, рва — 28 м.

Правда, еще в 1670-е годы концепция ее обороны была изменена. В проектных планах архитекторы Эрик Дальберг и Карл Стюарт предлагали перенести

Мортирная бомба и ядра.

весь город на мыс между Невой и Охтой, защитив его внешней линией укреплений. Однако соответствующие сооружения с тремя бастионами к югу от цитадели были возведены лишь к началу Северной войны (1700–1721)*.

В Ниене, население которого к середине XVII в. составляло около 2 тыс. человек, жили шведы, немцы, русские и финны, занимавшиеся торговлей, ремеслами, земледелием, рыболовством, судоходством. В центре его располагались ратуша, шведская и немецкая церкви, школа, порт и торговая площадь. Застройку формировали вдоль рек Охты и Черной (еще один правый приток Невы), а также дорог, ведущих к Выборгу, Кексгольму (ныне Приозерск) и Нотеборгу (ныне Шлиссельбург). В окрестностях города размещались госпиталь, кирпичные заводы и предприятия, связанные с судостроением. На противоположном берегу Невы, в районе современного Смольного монастыря, находилось городское предместье — Спасское село с православной церковью, населенное русскими и ижорцами. Оно сообщалось с Ниеном паромной переправой.

В ходе Северной войны, после взятия русскими войсками Нотеборга, шведское командование в октябре 1702 г. эвакуировало население Ниена, а сам он был сожжен. 25 апреля 1703 г. двадцатитысячный корпус русских войск под командованием Петра I и фельдмаршала Бориса Шереметева начал осаду Ниеншанца, который защищал гарнизон из 600 человек. После массовой бомбардировки, нанесшей большой урон крепости, 1 мая шведы капитулировали.

При раскопках обнаружен участок укреплений валов Ниеншанца, относящийся к первой половине XVII в.: археологи открыли три линии кладок, сложенные из пластов дерна. Помимо этого, были обследованы остатки срубной постройки, погибшей в пожаре. В центре ее находился развал печи из известняковых плит, кирпичей, изразцов. Находки найденных там монет времени правления королевы Кристины, пребывавшей на троне до 1654 г., свидетельствуют: эта постройка сгорела, вероятно, в начале Русско-шведской войны 1656–1661 гг.

Мы выявили и исследовали значительные по площади участки крепостных рвов второй половины XVII в., сохраняющиеся местами на глубину до 4 м. Внутренний их склон во вновь возведенной крепости был облицован дерновой кладкой шириной около 1,5 м, предохранявшей его от оползания. В 3 м от стенки рва обнаружен частокол из бревен, сохранившихся на высоту до 1,2 м.

К фланкам (боковым сторонам) двух бастионов на высоте около 1,5 м над дном рва примыкали деревянные платформы, служившие для ведения фланкирующего обстрела. На месте примыкания куртин к бастионам обнаружены потайные ходы — сортии, представлявшие собой лестничные спуски, ведущие из бастио-



на в ров. Используя их, осаждавшие могли незаметно для нападающих спуститься на деревянную платформу у фланка бастиона и вести оттуда огонь вдоль линии частокола.

Разрушения крепостных сооружений в ходе штурма прослеживаются на разных участках. «Эхо» тех дней — пули, картечь, ядра, осколки чугунных mortarных бомб, носилки и тачки, обнаруженные на дне рвов, а также внутри крепости.

Наконец, в сооружениях Ниеншанца найдены предметы, связанные с североευропейской культурной традицией: фрагменты керамических и стеклянных сосудов, печные изразцы, черепица, фрагменты глиняных курительных трубок, кожаной обуви, деревянные изделия, каменные жернова. Значительное количество находок на Охтинском мысу относится к XVIII–XIX вв., когда здесь располагались садовый питомник и корабельная верфь.

В заключение отметим: в процессе раскопок выявлены уникальные объекты, содержащие информацию об исторической планировке и конструктивном устройстве фортификационных сооружений различных периодов. Согласно федеральному Закону об объектах культурного наследия они должны быть сохранены на месте их обнаружения.

В результате проведенных на Охтинском мысу поисковых работ получена новая научная информация по истории Приневского региона, собрана ценная коллекция артефактов, относящихся к IV тыс. до н.э. — XVII в., позволяющая ставить вопрос о создании археологического музея Петербурга. А наилучшим вариантом сохранения обнаруженных здесь крепостных сооружений была бы организация ландшафтного археологического музея-заповедника.

*См.: В. Артамонов. «Несказанная виктория». — Наука в России, 2008, № 5 (прим. ред.).

ВМЕСТО ТЕРМОПЕЧЕЙ – УСКОРЕННЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ

Доктора физико-математических наук
Виктор ПЕТРЕНКО, Павел АЛЕКСЕЕВ,
Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт»

Ускорители электронов – линейные, бетатроны, микротроны, синхротроны и др. – в обыденном сознании ассоциируются с физическими экспериментами, раскрывающими загадки микромира, тайны элементарных частиц. Но эти установки уже успешно используются в практических целях, вполне оправдывая себя экономически, скажем, для повышения термостойкости кабелей, полимерных труб или стерилизации одноразовых медицинских шприцов. Правда, их широкое применение в промышленности, например, в производстве цемента, кажется сегодня экзотикой. А если попытаться заглянуть в завтра?

**Вращающиеся
термические печи.**



ОСОБЕННОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ ПОДХОДОВ

Материально-технической базой развития общества, несмотря на бурный прогресс информатики, микро- и нанoeлектроники, других новых отраслей, еще надолго останется получение строительных материалов, энергоносителей, металлов и удобрений из природного сырья. Из различных технологий с использованием традиционных носителей энергии на основе природного топлива наибольшее значение имеют те, что связаны с дегидрированием углеводородов, выщелачиванием элементов из руд, разложением воды, карбонатов, сульфидов, глинозема и др. Для получения конечного продукта необходимо прибегать к теплотехническим, металлургическим, химическим процессам. Без них не обойтись при производстве цемента, удобрений, алюминия, соды и др. А переработку исходного сырья ведут в термических печах.

Эти технологические подходы сложились еще в XIX–XX столетиях и в базовых принципах остаются неизменными до сегодняшнего дня. Дальнейшее повышение их эффективности и, соответственно, качества конечных продуктов тормозит ряд присущих традиционным методам принципиальных особенностей. Прежде всего это сжигание в огромных количествах невозобновляемого природного топлива, достигающее 40% и более от перерабатываемой массы сырья. Во-вторых, низкий КПД термического процесса (в среднем 25%). В-третьих, серьезное экологическое давление на окружающую среду, несмотря на принимаемые меры по его уменьшению (в числе таких выбросов зола, тяжелые металлы, угарный газ, окислы углерода и азота, сульфиды; в перечне негативных факторов и

рассеяние теплоты в пространство вокруг предприятий). Для примера: в России только при производстве цемента (ежегодный объем — до 50 млн т) сжигается примерно 20 млн т природного топлива. При этом отходящие топочные газы (общий их объем достигает 20 млн т) смешиваются с конверсионным углекислым газом (еще около 20 млн т) и в основном выбрасываются в атмосферу.

Следующая проблема — заметное количество посторонних примесей в получаемой продукции вследствие смешивания обжигаемого сырья с топливом и его контактов с материалом конструкции печей. Это существенно снижает качество конечного продукта. Нельзя не отметить и высокую металлоемкость самих печей.

Наконец, упомянем обширную и затратную инфраструктуру, включающую обеспечение запасами топлива, большие территории под застройку заводских помещений (только для одной вращающейся печи с годовым выпуском извести 60 тыс. т требуется площадь в 6 000 м²), содержание вспомогательных установок по утилизации отходов, значительную долю неквалифицированного труда и т.п.

Впрочем, дело не только в неперспективности таких химических производств, но и в их крайней изношенности в нашей стране. Так, по данным ОАО «Искитимцемент» (Новосибирская область), износ активной части основных фондов на подавляющем большинстве предприятий в известково-цементной промышленности превысил 70%, причем в эксплуатации находится 93,5% печей со сроком службы свыше 30 лет.

Приведенные аргументы позволяют утверждать: возможности повышения эффективности выпуска продукции в рамках традиционных технологий уже в



Фрагмент современного нефтехимического завода.

значительной мере исчерпаны. И для России актуальна срочная модернизация этих отраслей, основанная на новых научных и инженерных подходах и, в частности, на замене природного топлива более эффективными носителями энергии. По нашему мнению, речь, как это ни экзотично звучит, должна идти о пучке заряженных частиц — ускоренных электронов.

ЭКСКУРС В РАДИОХИМИЮ

В соответствии с современными представлениями радиационной химии и химии высоких энергий различают несколько последовательных стадий взаимодействия излучения с веществом: физическую с временным интервалом от 10^{-18} до 10^{-15} с, физико-химическую (процесс завершается спустя 10^{-11} с после прохождения частицы через вещество) и, собственно, химическую, длительностью более 10^{-10} с. При этом электроны теряют свою энергию, во-первых, на образование атомных и молекулярных ионов; во-вторых, на выбивание вторичных электронов с энергиями, достаточными для ионизации еще нескольких атомов и молекул; в-третьих, на образование возбужденных состояний* атомов и молекул; наконец, на тормозное

*Согласно принципам квантовой механики, атомы и молекулы устойчивы лишь в некоторых стационарных состояниях, которым отвечают определенные значения энергии. Состояние с наименьшей энергией называется основным, остальные — возбужденными. При переходе атома из одного стационарного состояния в другое изменяется строение его электронной оболочки (прим. ред.).

излучение. Опуская некоторые подробности, отметим: в конденсированных средах (речь идет о таких, где каждая частица соседствует со многими другими, зависит от них и взаимодействует с ними) образуются плазмоны — коллективные возбуждения, за время существования которых (10^{-16} – 10^{-15} с) их энергия от 15 до 25 эВ «локализуется» на отдельных молекулах, в результате же происходит ионизация последних или они переходят в высоковозбужденные состояния.

К концу физической стадии в веществе присутствуют молекулярные ионы, электроны, «обычные» молекулы, молекулы и ионы в сверхвозбужденных состояниях. Облученное вещество в этот момент термически неравновесно и пространственно неоднородно, ибо образовавшиеся частицы формируют вдоль трека ионизирующей частицы микрообласти диаметром в несколько нанометров с высокой их локальной концентрацией. Затем, на этапе физико-химической стадии, происходит диссоциация «обычных» молекул и автоионизация сверхвозбужденных. К ее завершению вещество уже находится в состоянии теплового равновесия. А на последней (химической) стадии наблюдается окисление металлов и образование стабильных продуктов как итог соответствующих реакций.

Итак, воздействие электронного пучка на вещество приводит к тому же результату, что и нагрев, но при этом энергия «вкладывается» непосредственно и практически полностью в процессы диссоциации молекул. Именно это — основа для эффекта смещения равновесия химических реакций в сторону более низких температур. Проще говоря, преобразуемое вещество при облучении электронами не требует нагрева столь высокой степени, как в термических печах при использовании традиционных технологий.

КАКИЕ НУЖНЫ ЭЛЕКТРОНЫ?

Эффективность взаимодействия электронов с веществом зависит от их энергии и мощности пучка. Описанные выше процессы диссоциации и ионизации эффективны уже при энергии 100 кэВ. Граничным верхним значением в радиационных технологиях принято считать энергию в 10 МэВ, так как при дальнейшем ее росте в облученных веществах будет образовываться наведенная радиоактивность вследствие фотоядерных реакций. Заметим, что с ростом энергии ускоренных электронов растет и толщина облучаемого слоя вещества, однако вместе с тем увеличиваются и потери энергии первых на тормозное излучение и, как следствие, усложняется радиационная защита. Таким образом, выбор указанной верхней границы — это компромисс между толщиной облучаемого слоя вещества, потерями энергии электронов на тормозное излучение и возможностями ускорительной техники.

Для прикладного применения в качестве источника электронов наиболее приемлемы ускорители электронов, созданные в Институте ядерной физи-

**Промышленный
ускоритель электронов серии ЭЛВ.
Фото с интернет-сайта Института
ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН.**

ки им. Г.И. Будкера СО РАН (Новосибирск)* под руководством докторов технических наук Вадима Ауслендера (серия ИЛУ) и Рустама Салимова (серия ЭЛВ). Их разрабатывают, производят и поставляют заказчикам разных стран вот уже на протяжении четырех десятилетий, предлагая различные конструктивные варианты в зависимости от решаемых задач. В установках серии ИЛУ для ускорения электронов используют переменное высокочастотное электрическое поле, они предназначены для работы в диапазоне энергий $0,7 \div 5$ МэВ при мощности пучка частиц до 50 кВт. Устройства серии ЭЛВ — постоянного тока, перекрывают диапазон энергий ускоренных электронов от 0,2 до 2,5 МэВ при мощности пучка до 400 кВт. И те, и другие просты по конструкции, предусматривают длительную эксплуатацию в промышленных условиях, полностью автоматизированы, радиационно безопасны и обладают высоким КПД (до 90%!). Возможна компоновка нескольких ускорительных модулей, что позволяет существенно увеличить объем производства и обеспечить его гибкость включением или выключением отдельных составляющих.

В упомянутом институте постоянно совершенствуют свою продукцию, одновременно наращивая мощность ускоренных пучков. Эти установки используют для различных технологических целей: очистки промышленных отходящих газов, обеззараживания сточных вод, изменения свойств веществ, в лакокрасочной промышленности и т.д.

К сожалению, хотя наша страна является пионером в разработке этих устройств, их широкое применение в основном осуществляется за рубежом: к примеру, Китай закупил в Новосибирске около 50 таких установок. А ведь их внедрение важно и для нас, особенно в гидрометаллургической промышленности**, нефтепереработке, производстве извести, цемента, алюминия, химических удобрений, соды и многих других важных продуктов.

ОТ НЕФТЕХИМИИ ДО ПЕРЕРАБОТКИ КАРБОНАТОВ

Рассмотрим некоторые из перечисленных направлений, начав с радиационно-термического крекинга тяжелых видов нефти.

В настоящее время на нефтеперерабатывающих заводах после извлечения легких фракций (бензина, керосина и т.п.) оставшиеся тяжелые (до 30%) нередко рассматриваются как отходы, поскольку существующие методы крекинга не справляются с ними. Но проблема эта решается. Недавние эксперименты (результаты



получены в 2009 г.) на мощных пучках электронов (20 кВт, 2,5 МэВ), проведенные учеными СО РАН — сотрудниками Института химии твердого тела и механики (Новосибирск), Института ядерной физики им. Г.И. Будкера, Института химии нефти (Томск), Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова, подтвердили возможность создания технологии радиационно-термического крекинга различных углеводородов с высокой скоростью процесса при пониженной температуре. И высказано предположение: для мощных ускорителей электронов (800 кВт, 5 МэВ) может быть создана рентабельная технология крекинга, эффективная при более низкой температуре, чем при традиционном способе.

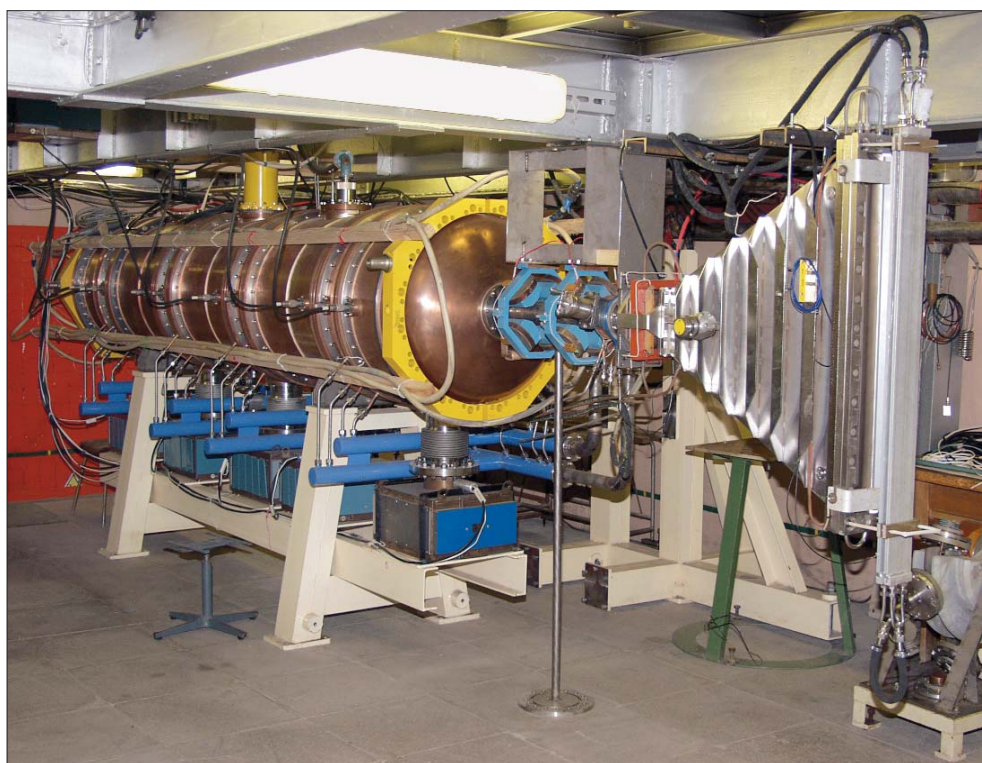
Примечательно, что к новым методам стали проявлять интерес и другие отечественные научные учреждения. Например, московский Научно-исследовательский институт технической физики и автоматизации (госкорпорация «Росатом») планирует в ближайшее время развивать именно эти подходы.

Другое направление — гидрометаллургические технологии переработки трудноисвлекаемых урановых, золотоносных, платиновых и иных руд*. Для выше-

*См.: А. Скринский. Познание материи. — Наука в России, 2007, № 6 (прим. ред.).

**Гидрометаллургия — извлечение металлов из рудных концентратов и отходов различных производств при помощи водных растворов химических реагентов (выщелачивание) с последующим выделением металлов из растворов (например, электролизом) (прим. ред.).

*См.: Н. Лавров и др. Платина и самородные металлы месторождения Сухой Лог. — Наука в России, 2001, № 1 (прим. ред.).



**Промышленный
ускоритель электронов
серии ИЛУ.
Фото с интернет-сайта
Института ядерных
исследований
им. Г.И. Будкера СО РАН.**

лачивания содержащихся в них компонентов применяют растворы кислот, щелочей и солей с окислителями и восстановителями. Известны также способы интенсификации этого процесса с помощью каталитических и специальных добавок, продувки кислородом и острым паром. Однако все они связаны с дополнительными большими энергетическими и материальными затратами.

В 2003 г. мы предложили использовать пучки ускоренных электронов для изменения механических свойств рудных компонентов и инициирования химических реакций в выщелачивающих растворах. Идея была поддержана Минатомом (ныне госкорпорация «Росатом») и к выполнению работ подключили Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии (Москва). Вначале их проводили в нашем центре «Курчатовский институт» на сильноточном ускорителе «Факел», а в 2006 г. перенесли в московский Институт ядерных исследований РАН на ускоритель с мощностью пучка 5 кВт и энергией электронов 7 МэВ. По предложению коллег из ВНИИ химической технологии мы сосредоточили эксперименты в основном на интенсификации химических реакций наработки трехвалентного железа — самого эффективного окислителя урана.

Физико-химические основы взаимодействия электронов с водными растворами такие же, как для газов и твердых тел. Однако в первом случае интенсификация реакций существенно выше, ибо при радиолитическом разложении водных растворов в них образуются не только выще-

лачивающие ионы и ионные комплексы, но и свободные кислород, перекись водорода, щелочи, другие добавки. Кроме того, в них могут протекать цепные разветвленные химические реакции. Кстати, в опытах мы наблюдали ситуации, когда жидкость мгновенно выплескивалась из сосуда, где ее облучали, что объясняется именно данными процессами. Эти особенности необходимо учитывать в исследованиях и разработке технологий электронного иницирования реакций при выщелачивании.

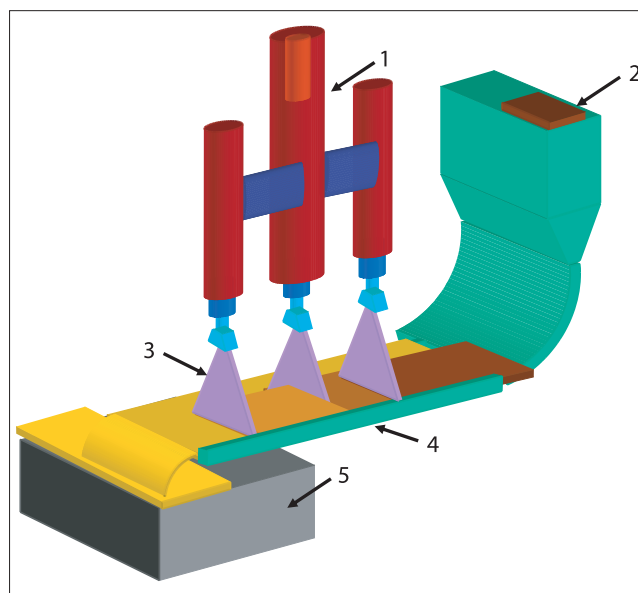
Нами в ходе работ была предложена принципиальная схема устройства для извлечения металлов из руд по схожей технологии. В его составе — система формирования потока раствора или пульпы, включающая емкость и установленный ниже лоток для их транспортировки в зону облучения ускорителя электронов. Скорость подачи раствора или пульпы регулируется изменением высоты расположения емкости над лотком, а толщина их слоя не должна превышать радиуса пробега электронов в данной среде (при их энергиях в 1 МэВ в водных средах она составляет около 5 мм).

Еще одно новое направление связано с разложением карбонатов (отметим, что интенсификация химических реакций в выщелачивающих растворах и разложение молекулярных компонентов твердого тела под воздействием электронного облучения — за небольшими нюансами — качественно один и тот же процесс). Этот класс веществ наиболее востребован в производстве извести, цемента, алюминия, химических удобрений, соды, других важных для народного хозяйства продуктов. В ряде опубликованных еще в 1980–1990-х годах трудов приведен анализ радиолитического разложения

*Радиолит — разложение вещества под действием ионизирующего излучения (прим. ред.).

**Схема устройства
для извлечения металлов из руд:**

- 1 – ускоритель,
2 – емкость для приема исходного раствора,
3 – электронный пучок, 4 – лоток,
5 – емкость для облученного раствора.



некоторых твердых веществ, в частности, членом-корреспондентом РАН Алексеем Пикаевым (московский Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН) рассмотрены механизмы радиационно-химического разложения хлоратов и броматов. Эти соединения по своей структуре и энергии связи молекул наиболее близки к карбонатам. Вот почему, исходя из принципа подобия, можно утверждать: под воздействием электронов и последние будут разлагаться так же, как хлораты и броматы.

Устройство, реализующее радиационно-термический принцип разложения молекул карбонатов и спекания их с клинкерными добавками*, по нашему мнению, может быть аналогичным выше рассмотренному для жидкостных гетерогенных систем. Отличие лишь в том, что лоток заменяется на замкнутый пластинчатый транспортер с регулируемой скоростью подачи, а зону облучения необходимо заключить в колпак, соединенный со средствами откачки и направления на утилизацию конверсионных газов. Причем толщина слоя измельченного карбонатного сырья не должна превышать радиус пробега электронов с данной энергией (по нашим расчетам, при мощности пучка электронов 400 кВт мощность разложения карбоната составляет 17,6 т в сутки).

ЧТО ПОКАЗАЛИ ЭКСПЕРИМЕНТЫ?

Опытным путем подтверждена возможность радиационно-термического крекинга различных углеводородов (парафинов, высокопарафинистой нефти, гудрона) с высокой скоростью процесса при температуре около 350°C. Показано, что конверсия парафинистого сырья в легкие фракции с температурой кипения менее 200°C превышает 70%. Выход продуктов с температурой кипения ниже 300°C составляет: для предельных углеводородов – 57%, непредельных – 31, прочих углеводородов – 11%.

Экспериментально установлено: при облучении ускоренными электронами с мощностью поглощенной дозы** 2,3 кГр/с степень радиационного окисления двухвалентного железа сернокислотного раствора (концентрация железа 1 г/л, кислоты 5 г/л) достигает 95% в течение 30 с, т.е. при поглощенной дозе 69 кГр. Из этого следует: ускоритель с мощностью пучка 400 кВт и энергией 1 МэВ позволит получать 21 т/ч выщелачивающего раствора. Видимо, такой же порядок величины поглощенной дозы будет характерен и для производства других аналогичных

растворов, поскольку химические процессы при их облучении подобны.

Пионером в разработке методов получения цементного клинкера в пучке ускоренных электронов из карбоната кальция стал коллектив ученых из Ленинграда (доктор технических наук Иосиф Абрамсон, кандидат технических наук Борис Волконский и др.) и Новосибирска (академик Владимир Болдырев, доктор технических наук Вадим Ауслендер и др.), которые еще в 1976 г. провели соответствующий эксперимент и получили положительные результаты. С помощью ускоренных электронов на модельных образцах они получили цемент и зафиксировали снижение температуры равновесия. К сожалению, это прорывное в области химических технологий предложение не получило тогда дальнейшего развития и поддержки со стороны государства, а в последние два десятилетия – и бизнеса.

По нашему мнению, начало работ по замене природного топлива на электронный носитель энергии даст дополнительный импульс развитию комплексных исследований в обозначенных направлениях и в перспективе приведет к полному исключению из этих и им подобных химических технологий сжигания огромного количества природного топлива и выбросов в атмосферу парникового газа. Тем самым в результате модернизации будут созданы чистые и экологически безопасные производства.

Авторы признательны сотрудникам НИЦ «Курчатовский институт» доктору физико-математических наук Николаю Знаменскому за поддержку работы и ведущему специалисту Александру Арефьеву за участие в экспериментах.

*Клинкер – промежуточный продукт при производстве цемента (прим. ред.).

**Мощность поглощенной дозы – отношение поглощенной веществом дозы излучения за данный промежуток времени к самому этому промежутку; измеряется в греях в секунду (Гр/с) (прим. ред.).

БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМАТИКА ПЕРЕД ВЫБОРОМ

Кандидат биологических наук Александр МАРТЫНОВ,
Зоологический музей Московского
государственного университета им. М. В. Ломоносова

**Все известные растения и животные имеют названия,
но упоминая их в житейском разговоре, человек обычно не задумывается,
о каком именно виде рыбы, моллюска или орхидеи идет речь.
И мало кто представляет, какие порой драматические дискуссии
сопровождали историю биологической систематики,
призванной классифицировать ныне живущие и давно вымершие
организмы нашей планеты. Между тем эта наука — фундамент,
на котором построена теория эволюции и основана современная биология.**

Биологическая систематика никогда не относилась к числу простых дисциплин. Мы до сих пор с трудом представляем, что считать «основой», что «надстройкой», где причина и где следствие и почему не наоборот. Наша наука развивается как бы в двух ипостасях. С одной стороны, молекулярные систематики, не интересующиеся морфологией и онтогенезом*, но претендующие на построение системы и реконструкцию истории организмов лишь на основе статистических закономерностей (например, замены нуклеотидов ДНК в течение эволюции). С другой — классические систематики — практики, с середины XVIII в. вооруженные «методом двух названий», или биномиальным, позволяющим отнести каждый вид только к одному определенному роду.

Возможность разграничить группы организмов с помощью диагностических признаков, одинаково «про-

читываемых» любым исследователем, делает биномиальный метод единственным реальным рабочим инструментом биолога-систематика. Достойных альтернатив ему пока нет. Действуя по принципу построения иерархий, известному еще средневековым схоластам, и впоследствии заимствованному выдающимся шведским натуралистом, иностранным почетным членом Петербургской АН (с 1754 г.) Карлом Линнеем для своей знаменитой «Системы Природы» (1735 г.), специалисты не только описали более миллиона современных видов флоры и фауны, но и проложили дорогу к идее эволюции. Ибо комбинативный способ формирования таксонов (определенных групп в классификации), конструирование их на первый взгляд «по собственному желанию», в конечном счете и привели к открытию реальных феноменов природы. Вооружившись «методом двух названий», студент, эксперт или же просто любитель природы в любой стране мира независимо друг от друга подтверждают существование двустворчатых моллюсков, многощетинковых червей или

*Онтогенез — индивидуальный цикл любого организма, приводящий к устойчивому воспроизведению уже существующей его организации в ряду последующих поколений (прим. авт.).

**Мировой океан хранит множество
еще не известных науке видов,
возможно «ключевых» для понимания
эволюционной истории.
Российское побережье Баренцева моря.
Фото А. Мартынова и Т. Коршуновой**

млекопитающих. Тут биологическая систематика не уступит точным наукам. Причем специалисты опираются на простые в сущности основы, не нуждаясь в сверхусложненных абстрактных подходах. И уместно вспомнить известное выражение выдающегося немецкого физика, лауреата Нобелевской премии по физике 1918 г., иностранного почетного члена АН СССР (с 1926 г.) Макса Планка о практичности любой хорошей теории.

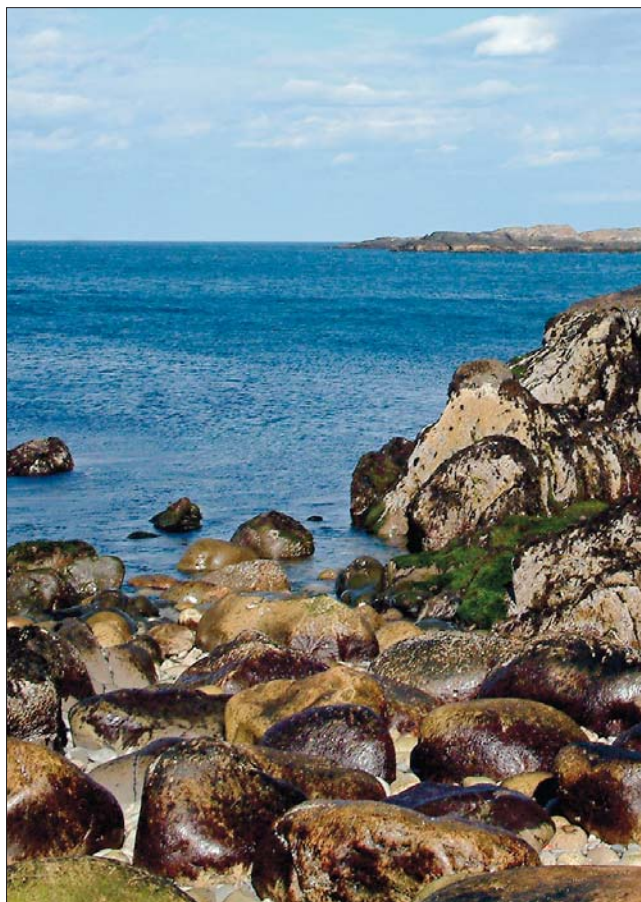
Но как соединить «неподвижную», на первый взгляд, систематику с непрерывным эволюционным процессом, навести своего рода мосты между настоящим и прошлым? Попытки предложить тот или иной подход будоражат биологическую науку более 150 лет — с тех пор, как знаменитый английский ученый, иностранный член Петербургской АН (с 1867 г.) Чарльз Дарвин в 1859 г. показал: систематическую иерархию можно «конвертировать» в последовательность эволюционных событий, или «дерево жизни».

«МОСТЫ» МЕЖДУ ПРОШЛЫМ И НАСТОЯЩИМ

Эта идея, великолепная на теоретическом уровне, встретила множество затруднений при попытках ее практического воплощения. Специалисты долго противились эволюционному подходу в отношении таксонов, но после 1859 г. так или иначе начался процесс его «просачивания» в систематику. Одним из основателей нового направления стал знаменитый немецкий биолог Эрнст Геккель с его работами «Общая морфология» (1866) и «Систематическая филогения» (1894–1896). Именно для обозначения процесса исторического развития «неподвижной» иерархии представителей органического мира он и предложил термин «филогения»*. Действительно, момент появления новых видов должен быть отражен в классификации, а соответствующее ему очередное ветвление «древа жизни» как раз и позволяет обосновать выработанную поколениями ученых на первый взгляд умозрительную иерархию признаков организмов. Вроде все просто. Однако для триумфа этого подхода потребовалось 100 лет!

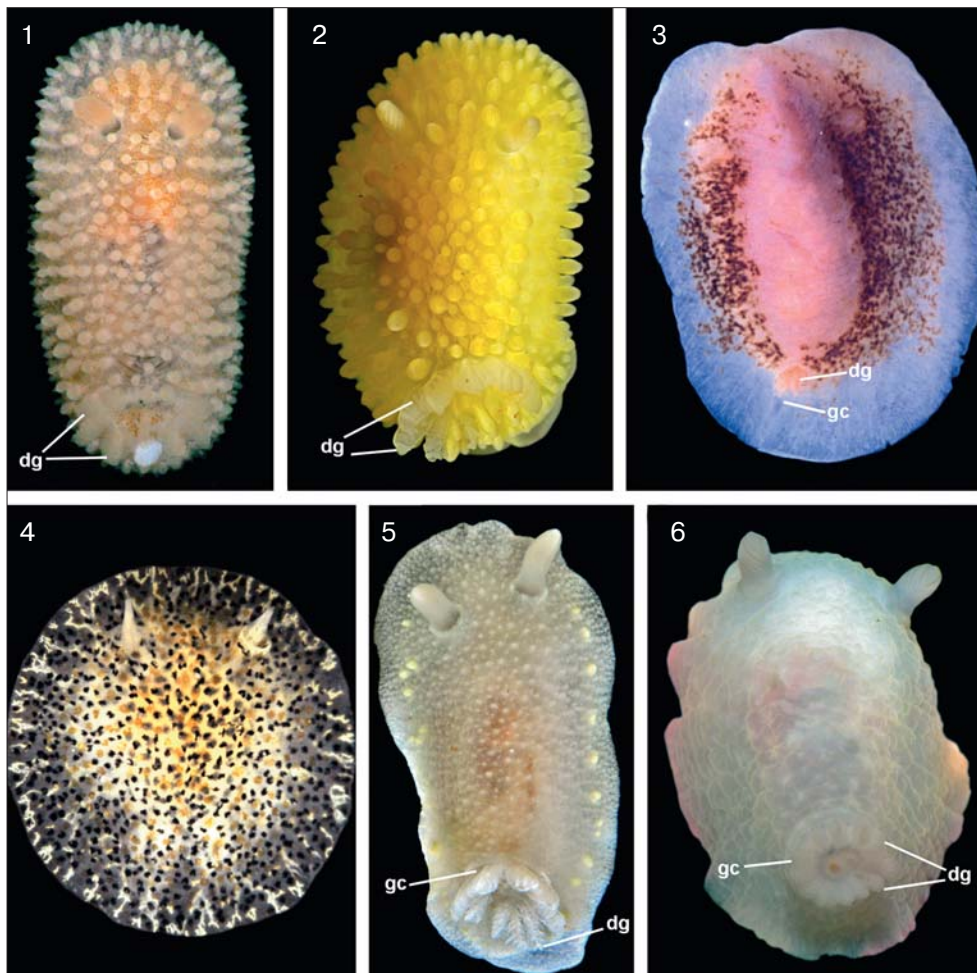
В 1966 г. в США вышел перевод книги «Филогенетическая систематика» немецкого энтомолога Вилли Хеннига, рассматривавшего классификацию организмов как генеалогию: используя строгую систему аргументации, он связал «высшие» таксоны с их предковыми видами и по сути внедрил идеи Дарвина и Геккеля в практику. Тогда родилось направление, ныне именуемое кладистикой (от греч. *kládos* — «ветвь»). Идея Хеннига буквально «взорвала» профессиональное со-

*Филогения, или филогенез, — историческое развитие организмов (прим. авт.).



общество систематиков. По-видимому, столь долго копившееся раздражение биологов по поводу традиционной систематики привело к тому, что довольно скоро привычные представления о ней как о науке небольшого числа высокомерных экспертов или странных «паганалей» было подвергнуто самой серьезной ревизии. В систематику потянулись логики, философы, математики.

Стремительная самоорганизация новой концепции в 1970–1980-е годы, происходившая прежде всего в США, во многом необратимо изменила лицо нашей науки. С начала 1990-х годов классический подход к систематике с устоявшейся иерархией таксонов сделался непопулярным, многие исследователи целенаправленно рассматривали лишь отдельные признаки, подразумевая, что филогенетический анализ заново «соберет» более достоверную систему. Для демонстрации эволюционного процесса у разных групп организмов строили дихотомические схемы последовательного ветвления новых таксонов — «кладистические деревья». Беспрецедентный прорыв в массовой доступности компьютерных технологий 1990-х годов привел к очень быстрой дальнейшей формализации уже и так достаточно формальных кладистических методов и лавинообразному притоку компьютерных программ «для реконструкции» филогении. Теперь, спустя 15 лет, стало очевидно: несмотря на колоссальные усилия



Голожаберные моллюски-дориды, в том числе имеющие жаберную полость (5, 6):

1 – *Adalaria jannae*;
2 – *A. olgae*;
3 – *Loy meyeri*;
4 – *Corambe obscura*;
5 – *Cadlina laevis*;
6 – *Onchimira cavifera*.
gc – жаберная полость,
dg – дорсальные (спинные) жабры.
Фото Т. Коршуновой
и А. Мартынова

старые проблемы сменились новыми, а определенности в области систематики и реконструкции путей эволюции не прибавилось.

Но вернемся в XX в. Разумеется, между работами Дарвина и Геккеля и книгой Хеннига не было «пустоты». Осмысление идеи эволюции как классическими систематиками, так и «новыми» биологами, ориентированными на изучение физиологии и экологии, оказалось сложным, противоречивым и привело к формированию менее строгого в своей основе и допускающего плюрализм мнений эволюционно-морфологического цикла исследования организмов. Значение отечественных научных школ при становлении этого направления трудно переоценить. В реконструкции эволюционных событий российские специалисты отводили значительную роль познанию онтогенеза ныне существующих видов и выяснению морфологических основ их адаптации к изменяющимся условиям среды.

В 1910 г. выдающийся морфолог и эмбриолог (академик с 1920 г.) Алексей Северцов обнаружил свою концепцию филэмбриогенеза, ставшую официальной доктриной русской и советской эволюционной морфологии. Суть ее заключалась в том, что изменения в индивидуальном развитии организмов любого

вида первичны по отношению к эволюционным изменениям последнего. А в 1920-х годах крупный сравнительный морфолог, профессор Пермского университета Владимир Беклемишев предложил рассматривать организм как морфопроцесс, в котором все стадии развития тесно взаимосвязаны. И теория Северцова, и концепция Беклемишева стали закономерным продуктом постбиогенетической эпохи, когда знаменитый закон Геккеля (онтогенез есть краткое повторение филогенеза) перестал ограничивать исследователей в их поиске новой теории.

Во второй половине XIX в. ученые разных стран (немецкий зоолог Фриц Мюллер, английский биолог Адам Седжвик и др.) постепенно пришли к пониманию того, что не филогенез причина онтогенеза, а с точностью до наоборот: онтогенез, в известном смысле, создает эволюцию. Однако форму законченной теории впервые в мировой науке эти воззрения приобрели в работе Северцова «Этюды по теории эволюции» (1912). Беклемишев в более поздних трудах (1944, 1964 гг.) подчеркивал: именно жизненный цикл вида является единицей сравнительной морфологии. Его взгляды разделили многие отечественные эмбриологи и эволюционные морфологи.

У офиур из типа иглокожих подвижность лучей-рук обеспечивает особая система, сравнимая только с позвоночным столбом у *Vertebrata* (группа позвоночных животных).

А – *Ophiomastix mixta*, найденный в ходе исследований в Российско-Вьетнамском тропическом центре.

В – электронно-микроскопическое изображение руки *Ophiomastix annulosa*.

Фото Т. Коршуновой и А. Мартынова

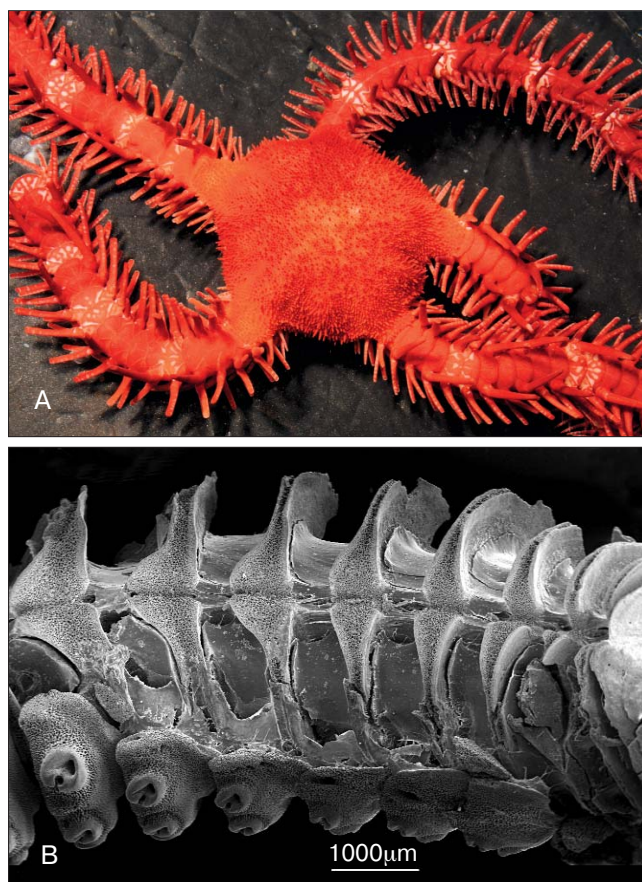
«ПРОТИВОЯДИЕ» ОТ ФОРМАЛЬНЫХ СХЕМ

Строго говоря, концепция цикличности природных процессов — органичная часть как многих философских и религиозных учений прошлого, так и современной науки. Ведь задолго до Беклемишева сходное определение задач морфологии дал крупнейший немецкий анатом, иностранный член Петербургской АН (с 1885 г.) Карл Гегенбаур, в 1859 г. писавший: «Морфология рассматривает организмы не только в их взрослом состоянии, но и во всех предшествующих состояниях развития». Сегодня любой биолог прекрасно осведомлен о различных циклах — клеточном, репликации ДНК, сезонных у растений и животных и, наконец, онтогенетическом (жизненном) любого организма. Тем не менее мы почти никогда не упоминаем их, обращаясь к истории формирования видов, эволюции и филогении. Отчего?

По-видимому, ключевую роль тут сыграл, так сказать, «эффект основателя» (эти слова в биологии применяют к ситуации, когда признак, появившийся у небольшой предковой популяции, становится обычным у всех потомков). Уже на первых страницах своего знаменитого труда Хенниг для более строгого обоснования предложенной им теории «расчленил» единый онтогенетический цикл (жизненный цикл любого вида) на стадии, в каждой из которых организм становится носителем определенных отличительных признаков, или «семафоронтом» в терминологии автора. Данный методологический прием был впоследствии широко растиражирован, и систематику стали рассматривать как преимущественно комбинативную дисциплину, лишенную внутренних закономерностей.

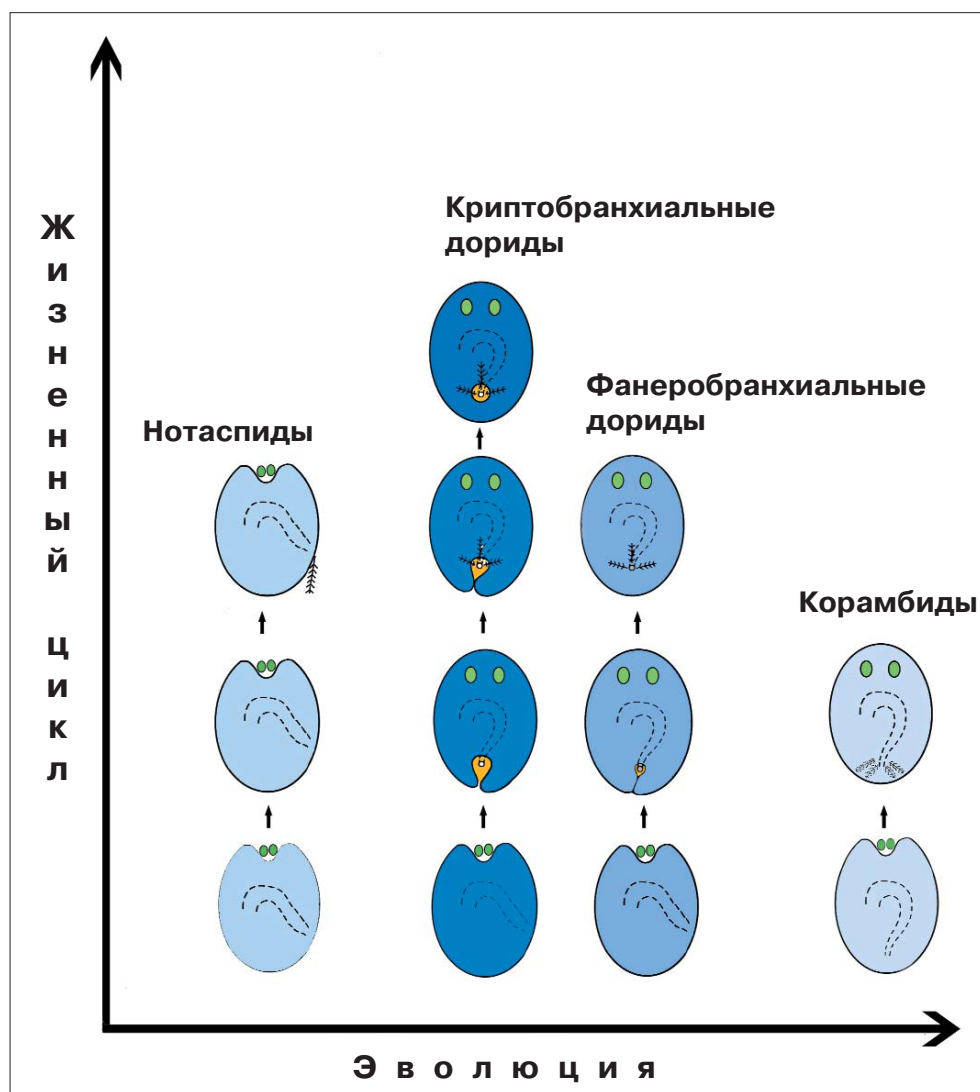
Создатели концепций цикличности эволюции нередко прибегали и к различным упрощениям: например, немецкий палеонтолог Отто Шиндевольф в 1950 г. попытался найти в историческом развитии таксонов строгое соответствие трехфазному онтогенезу организма — рождению, расцвету, гибели. Однако тут кроется ряд противоречий, поскольку, хотя множество обитавших когда-то на Земле отрядов и классов существ вымерли, все основные типы многоклеточных животных, возникшие в кембрийском периоде (около 540–490 млн лет назад), существуют до сих пор (моллюски, членистоногие, кольчатые черви и многие другие). Их морфологические (а значит, физиологические, онтогенетические, молекулярные и др.) основы в принципе не изменились за последние полмиллиарда лет.

Заметим: данный факт не противоречит возможности эволюции организмов в рамках их жизненных цик-



лов путем смещения отдельных стадий индивидуального развития относительно взрослого (половозрелого) состояния. Такие «сдвиги» не соответствуют этапам исторического развития таксонов, а, напротив, случаются неоднократно в разные геологические эпохи, у разных неродственных представителей того или иного вида, класса и т.д.

Например, в ходе описания наших объектов мы, систематики, нередко фиксируем вытеснение личиночной морфологии на половозрелые стадии развития организма: проще говоря, некоторые существа никогда не становятся взрослыми — феномен пedomорфоза (от греч. *paidos* — дитя и *morphe* — форма, вид). Так, в 2004–2010 гг. на базе межкафедральной лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова автор данной статьи осуществил исследование скелетных элементов, в том числе позвонков офиур — группы морских беспозвоночных, родственной морским звездам. Класс *Ophiuroidea* — одна из самых необычных современных групп типа иглокожих: среди всех представителей многоклеточных только эти организмы и позвоночные животные используют конструктивно сходную систему позвонков. Мы изучили 178 видов из 105 родов и 16 семейств современных офиур и в ряде случаев подтвердили у них факт пedomорфоза. Настолько детальная информация об их микроструктуре получена впервые и позволяет критически пересмотреть систе-



Новая модель эволюции голожаберных моллюсков-дорид (фрагмент оригинальной схемы). Образование жаберной полости у нотаспид (показана оранжевым цветом) знаменовало появление группы криптобранхиальных дорид. Последующая эволюция связана, напротив, с редукцией жаберной полости.

матику этого класса организмов в целом. Опираясь на новые сведения о морфологии и онтогенезе, можно с математической точностью указать, какие именно признаки взрослых педоморфных (с характерным смещением личиночной морфологии на половозрелые стадии) офиур соответствуют личиночным (ювенильным) и ранним послеличиночным (постларвальным) чертам их непедоморфных «сестер».

Проделанная работа подводит к выводу: анализ циклов онтогенеза — один из лучших методов, предлагаемых для изучения истории развития органического мира, а также хорошее «противоядие» от нарастающей массы публикаций по систематике, где аргументация сводится к статистическим выкладкам. Ведь судя по имеющимся у нас и других исследователей фактам, сдвиги жизненных циклов — один из основных механизмов эволюции. Полвека назад это отчетливо осознавало большинство специалистов, однако к концу 1960-х годов кропотливую работу по соотнесению морфологических и онтогенетических изменений с эволюционными процессами постепенно заменило

более формальное исследование частот генов в популяциях и генеалогических взаимосвязей таксонов. В нашу жизнь вошла молекулярная филогенетика, во многом наследница морфологически обоснованной филогенетической систематики, но способствующая редукции (упрощению) любых биологически осмысленных эволюционных моделей за исключением статистических.

В последнее десятилетие между сторонниками «морфологического» и «молекулярного» подходов кипела нешуточная дискуссия: в 2003 г. Роберт Скотланд (Университет Оксфорда, Великобритания) с коллегами усомнились в ценности традиционной морфологии для изучения эволюции, а в 2009 г. Вольфганг Вэгеле (Зоологический музей, Бонн, Германия) с сотрудниками, напротив, подверг критике формальный молекулярный анализ. Впрочем, в итоге должен восстановиться разумный баланс. Ведь в последнее время профессиональное сообщество встревожилось, обнаружив: реальная эволюция живого «потерялась» за формальными филогенетическими «деревьями». Похоже,

Сравнение морфологии взрослых офиур и их «детенышей» у видов пedomорфных, или со смещением личиночной стадии развития организма (E, F) и без такового (A, B); d – диаметр диска.

Ophiura sarsii: A, B – взрослый экземпляр (d = 21 мм); C, D – ранняя послеличиночная стадия (d = 500 мкм).

Perlophiura profundissima: E, F – взрослый экземпляр (d = 2 мм).

Микрографии А. Мартынова

пришло время пройти по «пыльным чердакам и темным подвалам» старых теорий, способных заблестать и в современную молекулярную эпоху.

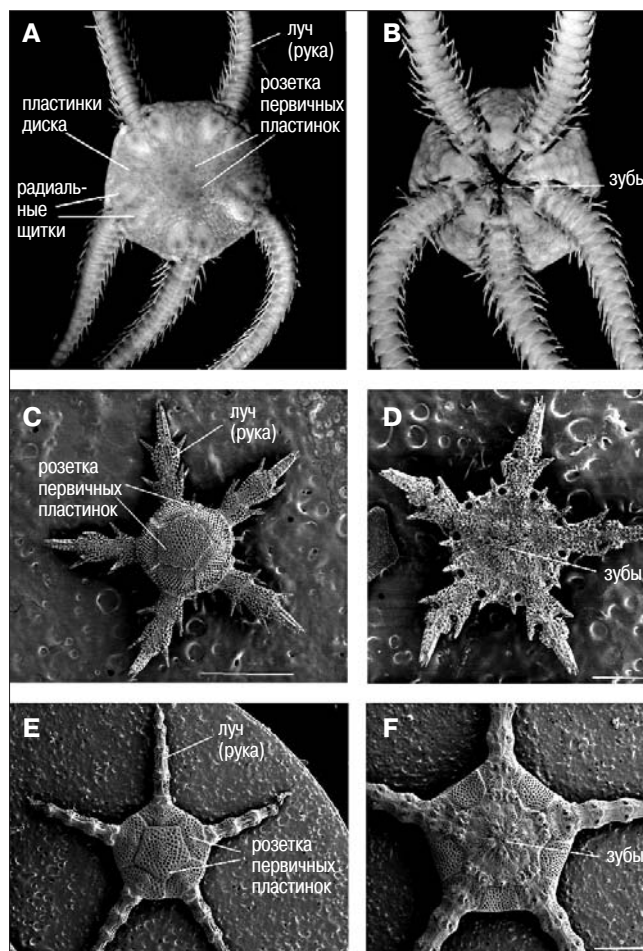
ЧТО ОБЪЕДИНИТ СИСТЕМАТИКОВ?

К сожалению, законченной теории преобразования формы организмов пока не существует, что объяснимо — изучение клеточных и молекулярных механизмов их жизненного цикла стало реальностью совсем недавно. Выросшая на данной основе эволюционная биология развития (термин введен в 1992 г. Брайаном Холлом из Университета Дальхаузи в Канаде), или как ее называют в мире «evo-devo» (англ. — *evolutionary developmental biology*), хотя и является идейной наследницей биогенетического закона Геккеля и теории филэмбриогенезов Северцова, сейчас во многом превратилась в современную технологию исследования жизненных циклов. В целом же и упомянутое направление, и классическая систематика, и филогенетика практически не взаимодействуют. Необходим их новый синтез (или «ре-синтез») — назовем его онтогенетической систематикой. Вот возможная стартовая точка для построения общей теории эволюции онтогенезов, ибо последняя во многом обусловлена изменениями небольшого набора жизненных циклов многоклеточных животных, возникших в докембрии и раннем кембрии (а это и есть типы классической систематики).

Разумеется, не следует понимать эволюцию организмов как процесс, всегда с точностью приводящий к исходной форме, или как упомянутую выше «трехфазную» модель (рождение, расцвет, гибель). Ведь новшества в онтогенезе любого из них могут изменить направление общего развития — так было сотни миллионов лет назад, так остается и поныне: свойства жизненных циклов определяют и вместе с тем во многом ограничивают эволюцию.

Сколько бы ни было построено филогенетических схем, объясняющих происхождение и эволюцию, к примеру, хордовых животных (*Chordata*), однако лучшим доказательством дарвиновской идеи послужила работа выдающегося отечественного морфолога и эмбриолога, академика Петербургской АН (с 1890 г.) Александра Ковалевского, опубликованная в 1866 г. и недвусмысленно продемонстрировавшая сходство подвижных сложных позвоночных животных и мешкообразных сидячих асцидий* на основе анализа онтогенетического цикла последних. Ученый описал подвижную личинку этих организмов, обладающую хор-

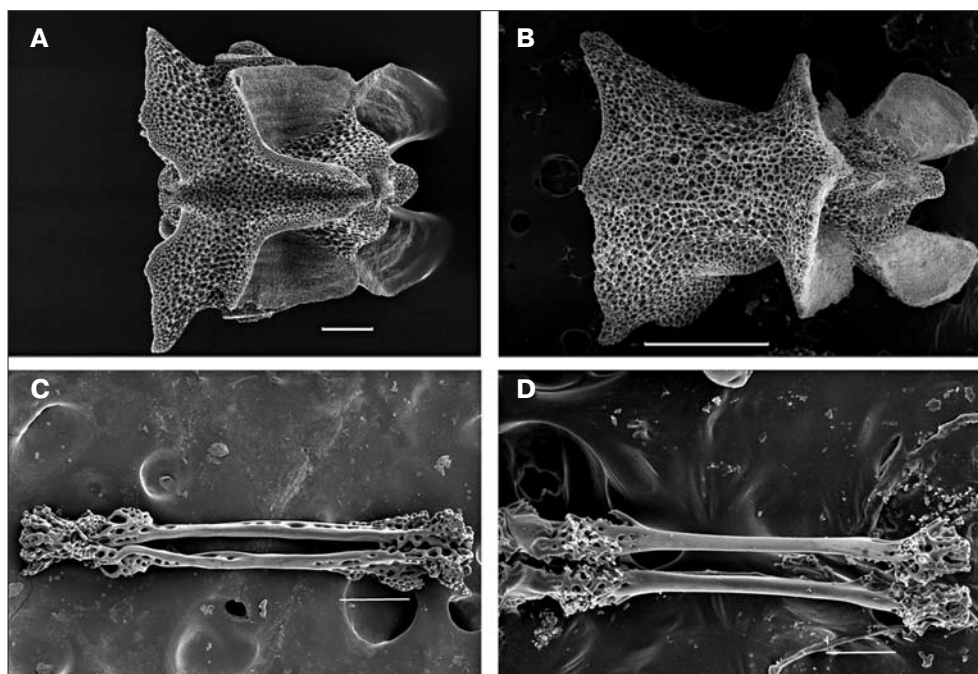
*Асцидии — класс прикрепленных мешкообразных животных из подтипа оболочников типа хордовых, населяющих морское дно (прим. авт.).



дой (в отличие от взрослых неподвижных особей), и его результатами как одним из убедительнейших свидетельств реальности эволюции немедленно воспользовались и Геккель (1868 г.), и сам Дарвин (1874 г.).

С точки зрения предлагаемого нами подхода, важно не только констатировать наличие у животных единого предкового вида, но построить модели его полного онтогенетического цикла. Ведь если в течение последующей эволюции признаки тех или иных (скажем, ювенильных) жизненных стадий предка «переместились» на взрослую стадию потомка, недооценка этого факта приведет к очень серьезным ошибкам в выводах, включая упомянутое утверждение о существовании мнимого архаического предкового статуса этих таксонов.

Для примера обратимся к другой группе беспозвоночных животных — голожаберным моллюскам, которых мы много лет изучаем с точки зрения рассматриваемых здесь задач. По образу жизни это преимущественно донные животные, лишенные раковины, среди них выделяются представители отряда дорид, обладающие жабрами, размещенными вокруг анального отверстия на спине. Ныне известны свыше 1,5 тыс. видов, имеющих развитую жаберную полость (криптобранхиальных — *Cryptobranchia*) дорид, одновременно с ними существуют и лишенные таковой (фанеробран-



Проксимальные позвонки взрослых (A, B, D) и ювенильных (C) офиур; d – диаметр диска.
Непедоморфные виды:
A – *Ophiura sarsii*, d = 15 мм;
B – *Ophiosphalma armigerum*, d = 23 мм;
C – тот же вид, d = 2,8 мм.
Педоморфный вид:
D – *Perlophiura profundissima*, d = 3 мм.

Микрографии А. Мартынова

хиальные). Традиционно вторые считались предками первых, но специалисты упускали из вида факты, свидетельствовавшие об обратном. Перед нами стояла задача построить модель эволюционного развития названных организмов, объединяющую основные онтогенетические параметры их исходных (предковых) и производных (вторичных) циклов. И, по мнению коллег, нам удалось ее решить.

Проведенный анализ недвусмысленно показал: исчезновение жаберной полости у дорид, т. е. их фанеробранхиальная организация могла возникнуть только после криптобранхиальной. Причем эволюционный процесс привел к изменению числа стадий жизненного цикла у ряда видов по сравнению с предками (их называют нотаспидами), а также к смещению жаберного аппарата с брюшной на спинную сторону и формированию, таким образом, жаберной полости. Оказалось, все без исключения современные представители этого отряда, лишённые жаберной полости, являются не первичными (предковыми) формами, а, напротив, вторичными, регрессивными производными более сложного жизненного цикла криптобранхиальных дорид. И сделанное в 2008 г. автором данной статьи совместно с кандидатом биологических наук Татьяной Коршуновой из Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва), Кареном и Надеждой Санамян из Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский) важное открытие переходного звена в эволюции голожаберных моллюсков, обитающих в водах Камчатки (мы нашли и описали реально существующий организм), полностью подтвердило разработанную ранее модель эволюции этой группы.

Вновь открытый организм, относящийся к семейству онхидоридид и названный *Onchimira cavifera* («уди-

вительная дорида, несущая жаберную полость»), парадоксальным образом сочетал наличие жаберной полости – признак, неизвестный ранее для представителей его семейства – с узко специализированными чертами внутреннего строения, позволяющими однозначно отнести его именно к этому семейству. Вот свидетельство того, что жаберная полость у предка действительно была, но затем постепенно редуцировалась, исчезла. Осознание этого факта ведет к подлинной революции в филогении голожаберных моллюсков, и наша работа вызывает живой интерес у коллег. В настоящее время мы изучаем данную группу беспозвоночных животных совместно с Михаэлем Шредлем из Баварской государственной зоологической коллекции (Мюнхен, Германия).

Итак, онтогенетическую систематику отличает более точное определение причин и следствий, в противоположность современному кладистическому подходу, где почти все возможно, а любое противоречие можно объяснить недостаточной выборкой признаков и таксонов.

Сегодня, как и на протяжении почти 300 лет развития нашей науки, специалисты-систематики продолжают свою незаметную и подчас не очень престижную, хотя исключительно важную работу: выявляют существующие независимо от человека феномены природы (виды, роды и другие таксоны систематической иерархии). На нас лежит большая ответственность, поскольку сделанные нами заключения – точка отсчета для всех биологов, и современные филогенетики, призванные реконструировать эволюцию на основании молекулярных данных, не являются исключением.

Иллюстрации предоставлены автором

ЛАЗЕРЫ В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ, МЕДИЦИНЕ



Марина ХАЛИЗЕВА, журналист

В 2010 г. научная общественность отметила 50-летний юбилей создания лазера. Его изобретение стоит в одном ряду с наиболее выдающимися достижениями XX в.: овладением ядерной энергией, освоением космоса, созданием радиолокационных устройств и производством компьютеров. Российская академия наук и ее институты провели ряд мероприятий, посвященных этой дате, завершившихся в декабре в Большом зале РАН двухдневной сессией Общего собрания, на которой свыше 500 ведущих ученых нашей страны обсуждали использование оптических квантовых генераторов в нанотехнологиях, термоядерном синтезе, метрологии, волоконной оптике и других перспективных областях науки, техники и медицины.

ВИРАЖИ ИСТОРИИ

Первый работающий лазер* продемонстрировал сотрудник исследовательской лаборатории крупной аме-

*Лазер (транслитерация англоязычной аббревиатуры «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» — усиление света посредством вынужденного излучения) — оптический квантовый генератор, преобразующий энергию накачки (световую, электрическую, тепловую, химическую и др.) в когерентный, монохроматический, поляризованный и узконаправленный поток (прим. ред.).

риканской авиастроительной компании «Hughes Aircraft» (г. Малибу, штат Калифорния) Теодор Мейман. Активным веществом в нем служил рубин — минерал, состоящий из оксида алюминия с небольшой примесью хрома (Cr), придающего ему красный цвет. Ученый понял: разделенные большими промежутками атомы Cr могут «светить» не хуже газа. Для получения оптического резонанса он напылил тонкий слой сере-



Создатель первого работающего лазера – сотрудник исследовательской лаборатории крупной американской авиастроительной компании «Hughes Aircraft» Теодор Мейман.

Теодор Мейман и его детище – лазер на кристалле рубина.

бра на полированные параллельные торцы небольшого цилиндра из синтетического рубина, изготовленного по специальному заказу фирмой «Union Carbide», и поместил его в спиральную трубку, дающую яркие световые вспышки. 16 мая 1960 г. из такого нехитрого, но изящного и компактного устройства вырвался яркий луч света. С этого события, отмеченного в рабочей тетради Меймана, и начался реальный прорыв человечества в лазерный век.

«Его можно рассматривать, — отметил, открывая форум, президент РАН академик Юрий Осипов, — как революционное достижение мировой науки XX в., изменившее облик цивилизации и ускорившее технический прогресс». Далее он остановился на фундаментальных работах, приведших к созданию генераторов и усилителей нового типа. Первый шаг в этом направлении, заметил Осипов, сделал автор теории относительности, лауреат Нобелевской премии 1921 г., почетный член АН СССР с 1926 г. Альберт Эйнштейн. Еще в 1916 г. он высказал гипотезу о существовании квантовой системы индуцированного, т.е. вынужденного, излучения (именно этот принцип и лежит в основе квантовой электроники и лазерной физики). А в 1927 г. выдающийся английский исследователь, будущий лауреат Нобелевской премии (1933 г.), иностранный член АН СССР с 1931 г. Поль Дирак обосновал и обобщил эти выводы.

В 1930–1940-е годы ученые разных стран изучали возможности «отрицательного поглощения» (т.е. уси-

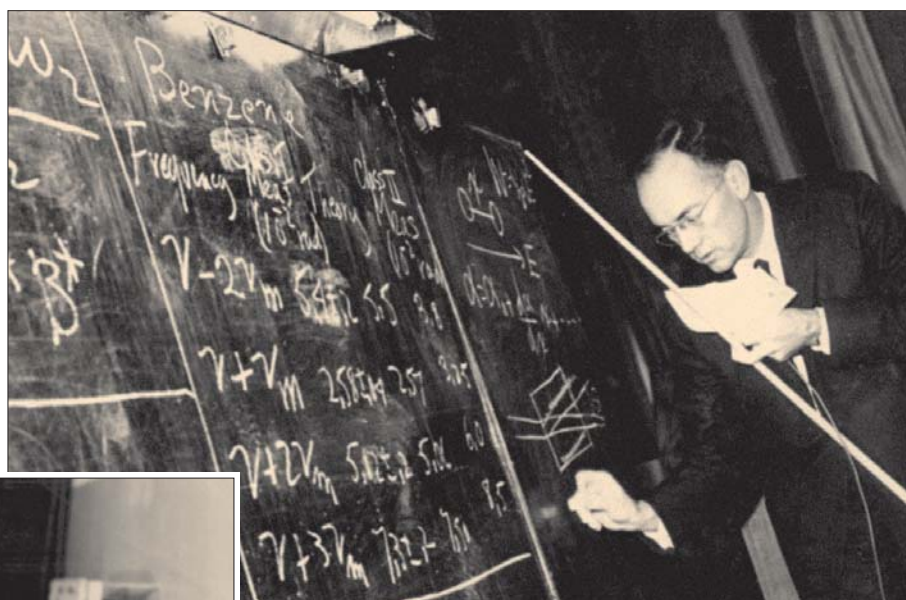
ления) в системе возбужденных атомов. В их числе был сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева (ФИАН) Валентин Фабрикант, опубликовавший в 1940 г. докторскую диссертацию на эту тему. Спустя 10 лет он вместе с коллегами предложил новый метод интенсификации электромагнитного излучения, основанного на использовании среды, большая часть молекул которой имеет определенную избыточную энергию. Но, к сожалению, работа наших соотечественников, ставшая известной широкой публике лишь через 8 лет, прошла незамеченной, а попытки построить действующий оптический усилитель оказались бесплодными.

Путь к созданию лазера, подчеркнул Осипов, нашли не оптики, а радиофизики, исследующие спектры веществ в микроволновом диапазоне длин волн. Эти опыты в середине 1950-х годов активно проводили в институтах АН СССР, в частности в ФИАНе, под руководством старшего научного сотрудника Александра Прохорова и его аспиранта Николая Басова (академика с 1966 г.), а также в США, где ими занимался профессор Колумбийского университета Чарльз Таунс (иностранннй член РАН с 1994 г.).

В 1954 г. Прохоров и Басов предложили устройство молекулярного газового генератора и усилителя сантиметрового диапазона. В том же году Таунс, работавший с аспирантом Джеймсом Гордоном и научным сотрудником Гербертом Цайгером, экспериментально реализовал его на пучке молекул аммиака. Однако это и дру-

Лауреат
Нобелевской премии 1964 г.
профессор Чарльз Таунс
в Физическом институте
им. П.Н. Лебедева. 1965 г.

Лауреаты
Нобелевской премии 1964 г.
академики Николай Басов
и Александр Прохоров.



гие предложенные в те годы устройства охватывали СВЧ-диапазон радиоволн.

Следующий этап «лазерной одиссеи» начался в 1958 г., когда Басов, Прохоров и Таунс независимо друг от друга предложили создать генератор, формирующий не микроволновое, а видимое излучение, т.е. привычный нам свет. Это, собственно, и был лазер (хотя авторы изобретения называли его мазером), через два года воплощенный Мейманом в жизнь. Труды двух наших и американского предшественников, фактически завершившие построение фундамента для создания оптического квантового генератора, в 1964 г. были удостоены Нобелевской премии.

Таунса, недавно отметившего 95-летие, ждали в Москве на Общее собрание РАН. К сожалению, уче-

ный не смог приехать в Россию, но прислал приветствие, отдав в нем должное работе советских коллег.

Демонстрация рубинового лазера, отметил далее президент РАН, дала толчок бурному развитию этой техники. В конце 1960 г. американский физик Али Джаван построил газовый генератор, работающий на смеси гелия и неона, атомы которого испускали инфракрасное когерентное излучение. В Советском Союзе такая установка, инициировавшая изучение устройств на других газообразных активных веществах, заработала в 1962 г. в ФИАНе.

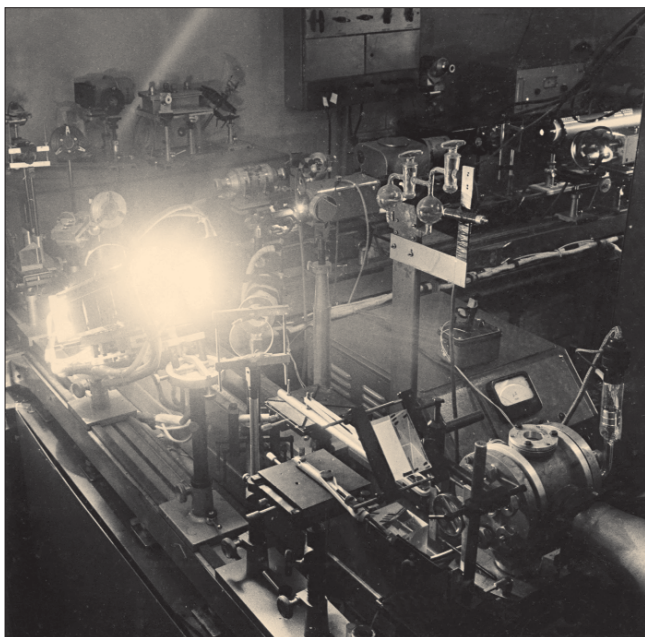
Созданию первого полупроводникового инжекционного лазера на арсениде галлия (автор — американец Роберт Холл, 1962 г.) предшествовали теоретические исследования монокристаллов, выполненные в 1958–1961 гг. под руководством Николая Басова*. Именно такой тип генератора используют в волоконной оптике**. Последующие годы были насыщены техническими усовершенствованиями и изобретениями, направленными главным образом на увеличение мощности, компактности, долговечности техники.

«Сегодня, — заключил Осипов, — лазеры применяют для решения проблем энергетики (управляемый термоядерный синтез), в высокоточной физике, метрологии, микро- и наноэлектронике, в космической навигации, системах связи и передачи информации, в точном машиностроении, технологиях обработки материалов, создании эффективных инструментов для медицины и в других областях человеческой деятельности».

В программу сессии были включены 15 докладов, охватывающих большинство из названных областей использования технических средств. А представляли их лидеры научных школ, развивающие эти прорывные направления в институтах РАН.

*См.: Н. Басов и др. На пути к лазерному термояду. — Наука в России, 2001, № 1 (прим. ред.).

**См.: А. Прохоров, Е. Дианов. Волоконная оптика: проблемы и перспективы. — Наука в России, 2001, № 1 (прим. ред.).



Момент генерации излучения мощным лазером на неодимовом стекле, с помощью которого создается высокотемпературная плазма. ФИАН, 1967 г.

ОТ ГЕТЕРОСТРУКТУР ДО КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

В 2000 г. Нобелевский комитет присудил премию директору Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН (Санкт-Петербург) академику Жоресу Алферову и американским ученым Герберту Кремеру из Калифорнийского университета (г. Санта Барбара) и Джеку Килби из фирмы «Texas Instruments» за исследования полупроводниковых гетероструктур*, начатые в конце 1950-х годов, и создание на их основе лазеров, светодиодов и сверхбыстрых транзисторов, что привело к рождению новой электроники, кардинально изменившей к концу XX в. нашу жизнь.

Академик Алферов в докладе «Полупроводниковые лазеры и нанотехнологии» подробно рассказал, какие работы привели возглавляемый им коллектив на вершину признания**.

Интерес к гетероструктурам, представляющим собой многослойный «бутерброд» из состыкованных вместе полупроводников разного химического состава, был вполне обоснован: они открывали возможность создания электронных устройств с повышенным быстродействием и информационной емкостью, уменьшенных буквально до атомных масштабов. Однако сначала не все верили в перспективность такого направления: имеющиеся кристаллы были химически неустойчивы, а размеры решеток не совпадали, что приводило при контакте к большому количеству дефектов. Экспериментаторам, признался Алферов, долго не удавалось осуществить подбор подходящих полупроводниковых пар. Но в конце 1960-х годов с

появлением установок молекулярно-лучевой эпитаксии*, позволяющих изменять параметры полупроводника, возникла идея формировать нужный гетеропереход путем послойного наращивания одного монокристалла, точнее его пленки, на поверхности другого. Преодолев немало трудностей, команда будущего нобелевского лауреата в 1967 г. нашла ставшую теперь классической в мире микроэлектроники гетеропару GaAs-AlGaAs.

Алферов вспоминал: «Когда публиковали работу на эту тему, мы были счастливы от того, что первыми обнаружили уникальную, фактически идеальную, решето-точно-согласованную систему для GaAs». Однако почти одновременно (с отставанием на месяц!) и независимо эту гетероструктуру получили в США сотрудники компании IBM. Данной проблемой занимались и в других американских фирмах — «Bell-Telephone» и RCA. Между ними и ленинградским Физико-техническим институтом, отметил докладчик, развернулась настоящая гонка — кто первым сделает полупроводниковый гетеролазер, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре. Наши соотечественники — Алферов и его соратники Ефим Портной, Дмитрий Третьяков, Дмитрий Гарбузов, Вячеслав Андреев, Владимир Корольков — создали его в 1970 г., на месяц опередив группу Мортон Паниша из «Bell-Telephone».

Отметим: найденная исследователями полупроводниковая пара во многом стимулировала развитие молекулярно-лучевых эпитаксиальных технологий, что привело к созданию нового поколения оптоэлектронных устройств. В Центре физики наногетероструктур при Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, созданном на базе небольшой лаборатории Жореса Алферова, уже в начале 1970-х годов появились лазеры с низким порогом генерации, распределенной обратной связью, высокоэффективные световоды, фототранзисторы, тиристоры, солнечные элементы. Тогда же здесь сформулировали концепцию получения гетероструктур с использованием многокомпонентных (четверных) соединений (в частности, InGaAsP), на базе которых были созданы инжекционные квантово-размерные лазеры инфракрасного и видимого диапазонов с рекордной эффективностью преобразования. Они нашли применение в волоконно-оптических линиях связи повышенной дальности. Алферов подчеркнул большой вклад нынешнего директора Центра члена-корреспондента РАН Петра Копьева в развитие этих технологий в России.

С 1993 г. здесь начали изучать свойства наноструктур пониженной размерности (квантовых проволок

*Гетероструктура (от греч. heteros — другой, иной, разный) — слоистая структура, образованная при тесном контакте двух и более разнородных полупроводников, различающихся шириной запрещенных зон, постоянной кристаллической решетки и другими параметрами (прим. ред.).

**См.: Р. Сурес, Э. Тропп. Из плеяды прославивших Отечество. — Наука в России, 2010, № 2 (прим. ред.).

*Эпитаксия (от греч. epi — на и taxis — расположение, порядок) — закономерное нарастание одного кристаллического материала на другой, при котором каждый последующий слой имеет ту же ориентировку, что и предыдущий (прим. ред.).

**Мощный оптический квантовый генератор
для исследования по нагреву плазмы,
созданный в 1969 г. в ФИАНе.**

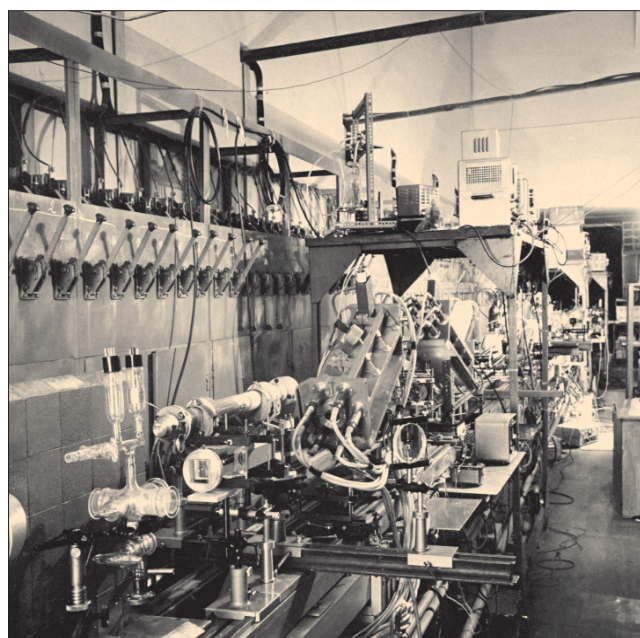
и квантовых точек — сверхмалых объектов порядка 10 нм), уже тогда понимая их перспективность для нанотехнологий. А спустя два года продемонстрировали первое устройство на их основе — инжекционный лазер на квантовых точках. Впоследствии его спектральный диапазон был расширен до 1,3 мкм — показателя, важного для применения в волоконно-оптической связи.

Из последних реализованных достижений Алферов назвал поверхностно-излучающие установки (свет в них распространяется вертикально вверх, перпендикулярно плоскости). Они работают как дешевый светодиод, только с идеальным качеством спектра, узкой диаграммой направленности, при этом температурно стабильны, хорошо интегрируются, поскольку очень малы (до микронных размеров). Специалистам удалось реализовать вертикальный лазер в ультрафиолетовом диапазоне — тот самый, что нужен для оптической записи.

ЛАЗЕРНЫЙ ТЕРМОЯД

На возможность использовать мощное лазерное излучение для нагрева плотной плазмы до термоядерных температур впервые обратили внимание Николай Басов и Олег Крохин (академик с 2000 г., ныне руководитель отделения квантовой радиофизики ФИАНа) в докладе на Президиуме АН СССР в марте 1962 г., а через год на 3-й Конференции по квантовой электронике (Париж, Франция) ученые дали первые теоретические оценки. Интерес к теме был настолько велик, что вскоре появилось независимое научное направление — лазерный термоядерный синтез. Крохин и его коллега член-корреспондент РАН Сергей Гаранин из Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики* (г. Саров, Нижегородская область), где созданы самые мощные в стране и Европе лазерные установки, рассказали о некоторых этапах его становления у нас и планах на будущее.

Лазерный свет обладает способностью выделять значительную энергию за короткий промежуток времени. Уже в 1962 г., заметил Крохин, наши ученые показали: можно создавать импульсные источники с энергией излучения 100 Дж в течение 1 н/с мощностью порядка 10^{11} Вт. Если направить луч такой силы на вещество, оно мгновенно, без плавления, испарится (физику называют это сублимацией процесса). А если лазерное излучение сфокусировать, то, скажем, на 1 мм² придется уже 10^{13} Вт — это, по сути, мощность всех электростанций мира! Плотность энергии, ее концентрация огромны: в точке фокуса температуры достигают уровня, необходимого для инициирования термоядерных реакций. Значит, лазерное излучение можно использовать для осуществления управляемого термоядерного синтеза. «Рецепт», как это сделать, подсказали Басов и Крохин в 1964 г.: обжимать и нагревать дейтерий-триевые мишени мощными лазерными пучками,



самой природой предназначенными для быстрого ввода в малый объем огромной порции энергии.

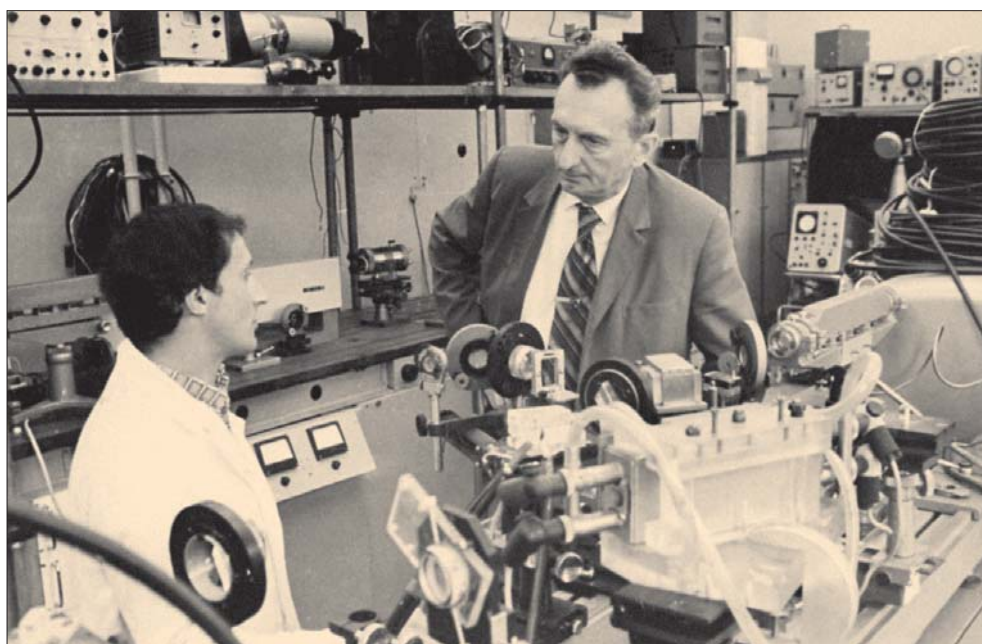
Эксперименты по достижению высоких плотностей и температур сжимаемого топлива начали в середине 1970-х годов в ФИАНе, где под руководством Басова и Прохорова разработали первые устройства для получения нейтронного импульса из плазмы, нагреваемой излучением лазера.

Сначала опыты проводили на установке «Кальмар», 9 лучей которой строго одновременно били по дейтериевой мишени — шарику диаметром всего 0,2 мм, расположенному в вакуумной камере. Однако мощность ее была далека от требуемой, при этом в наиболее удачных экспериментах удавалось фиксировать появление нейтронов — предвестников начинающейся термоядерной реакции. И хотя их было немного, само наличие свидетельствовало: ученые идут верным путем.

Впоследствии лазеры совершенствовались, возрастала их мощность, видоизменялась мишень. Чтобы оценить сложность задач, приведем такой пример. Расчеты теоретиков показывали: реакция будет протекать лучше, если газообразный дейтерий сначала закачать под давлением в 100 атм в стеклянный шарик диаметром 100–200 мкм, причем толщина его стенок не должна превышать 2–3 мкм и при этом по всей поверхности быть совершенно одинаковой (отклонение — не больше 1%)! Изготовить хотя бы одно такое «изделие» — задача не из легких. Но в ФИАНе решили ее, причем сравнительно быстро. В другой системе — «Дельфин» — было 212 лучей, каждый из которых более чем в 100 раз превосходил по мощности луч «Кальмара». Уже в начале опытов температура в центре мишени этой установки достигла 100 млн °С, а нейтронов выделялось в 10 тыс. раз больше.

Но распад СССР, по признанию Крохина, сильно повлиял на отечественные проекты по лазерному тер-

*См.: А. Водопошин. В гостях у академика Харитона. — Наука в России, 2009, № 5 (прим. ред.).



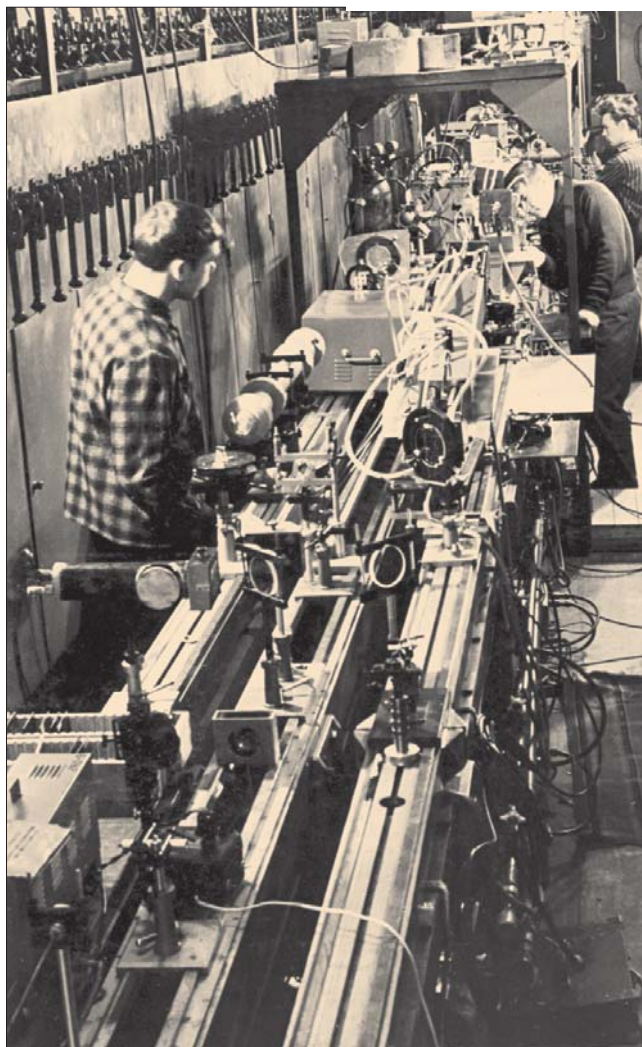
В лаборатории колебаний ФИАН академик Александр Прохоров (справа) и кандидат физико-математических наук Игорь Красюк. 1974 г.

Сверхмощный оптический квантовый генератор на неодимовом стекле в ФИАНе, излучающий энергию порядка 10 Дж.

моядерному синтезу. «Финансовая программа к началу 1990-х годов фактически остановилась, мы уже не могли эффективно эксплуатировать даже имевшиеся к тому времени экспериментальные установки, — сказал он. — Сейчас главной научной организацией в данной области исследований в нашей стране является Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики в Сарове».

Представлявший его Сергей Гаранин акцент в сообщении сделал на последних разработках коллектива в физике и технике термоядерного синтеза, хотя темой взаимодействия лазерного излучения с веществом его подразделение занимается уже свыше 40 лет. В институте работали над созданием в основном химических и газовых лазеров, но в последнее время интерес сместился в сторону мощных неодимовых систем мегаджоулевого уровня.

В 1999 г. здесь выполнили проект установки нового поколения — «Искра-6» с параметрами излучения, позволяющими вплотную подойти к порогу зажигания термоядерной реакции. А для проверки ее научно-технических решений сконструировали модуль «Луч» (2001 г.) с повышенным КПД, двумя силовыми усилителями, в каждом из которых — 9 пластин из неодимового фосфатного стекла, и размером сечения лазерного пучка 20х20 см. «Чистота помещения здания, в котором она расположена, — отметил Гаранин, — 300 пылинок в 1 м^3 , а в наиболее ответственных частях системы этот показатель еще выше — 3 пылинки в 1 м^3 ». Техника, построенная на отечественной элементной базе, — плод усилий практически всех ведущих лазерных центров России. В ее создании принимали участие Государственный оптический институт им. С.И.Вавилова, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Институт прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород), Научно-производственное объединение «Луч»



Сотрудники Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе РАН (слева направо): Дмитрий Гарбузов, Вячеслав Андреев, Владимир Корольков, Дмитрий Третьяков и Жорес Алферов, создавшие в 1970 г. первый полупроводниковый гетеролазер, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре. 1970 г.



(г. Подольск Московской области) и другие организации. «Луч», — заметил докладчик, — установка национального масштаба, открытая для всех, кто ищет надежное и быстрое решение проблемы управляемого термоядерного синтеза. Успешный опыт ее работы сегодня позволяет обоснованно и на новом уровне подойти к созданию системы следующего поколения с энергией лазерного излучения 4,6 МДж. Ее планируемые параметры превосходят характеристики действующей в Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса (США) установки NIF и создаваемой во Франции LMJ».

НА БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНАХ

В последнее десятилетие все большее развитие получают исследования с использованием электромагнитного излучения терагерцового (субмиллиметрового) диапазона частот. Источник такого типа — лазер на свободных электронах с рекордно высокой мощностью 0,5 кВт — создали в 2003 г. в Сибирском центре фотохимических исследований СО РАН специалисты Института ядерной физики им. Г.И. Будкера (г. Новосибирск). В 2009 г. здесь получили режим генерации вынужденного излучения на второй очереди системы — это существенно расширило спектр мультидисциплинарных исследований на установке. Почему химии, биологии, геологи, физики твердого тела — ученые, представляющие 12 институтов СО РАН и Новосибирского государственного университета, проявляют такой интерес к экспериментам на ней? Ответ на вопрос дал один из создателей техники доктор физико-математических наук Николай Винокуров.

Лазеры на свободных электронах, сказал он, используют явление вынужденного так называемого ондуляторного излучения. Эту идею, точнее само устройство — ондулятор, где электрон движется по волнообразной траектории, за счет чего частица и излучает, — в 1947 г. предложил будущий лауреат Нобелевской премии 2003 г. академик (с 1966 г.) Виталий Гинзбург. Изначально он предназначался для детектирования космических лучей, но позже стал необходимым элементом в генераторах коротковолнового электромагнитного излучения. В 1960 г. американец Роберт Филлипс встроил его в вакуумный электронный прибор — убитрон, ставший прототипом лазера на свободных электронах. Но первым источник терагерцового излучения продемонстрировал соотечественник Филлипса Джон Мэйди из Стэнфордского университета (1976 г.).

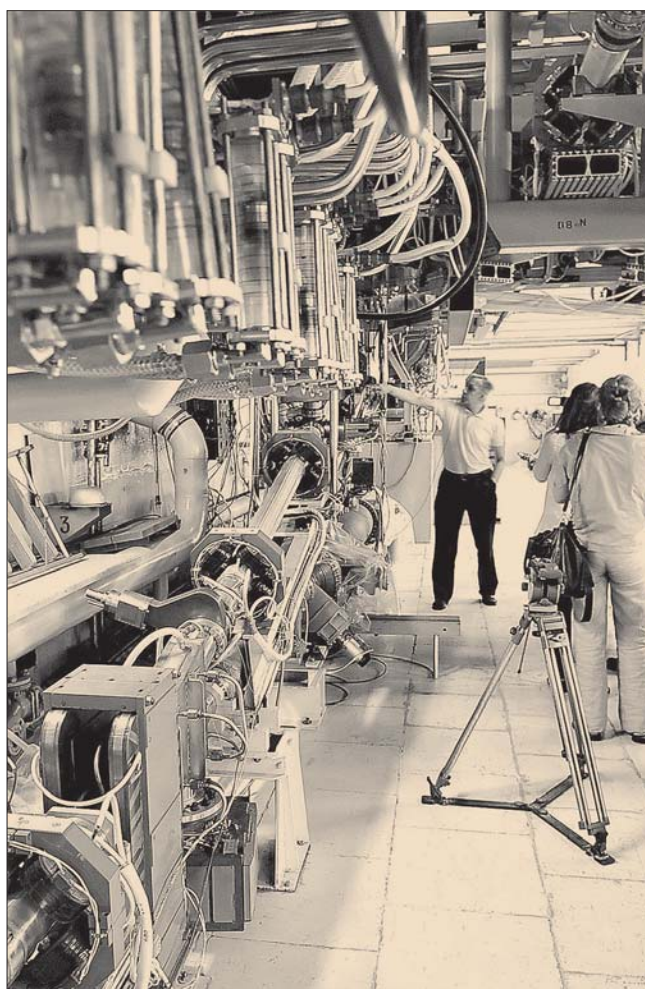
В Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера первопроходцами были доктора физико-математических наук Владимир Байер, Александр Мильштейн, Нико-

лай Винокуров и академик (с 1970 г.) Александр Скринский*. Работа двух последних «О предельной мощности оптического клистрона» (1977 г.) фактически открыла новое направление, связанное с созданием лазера на свободных электронах на базе ускорителей-рекуператоров.

Основное достоинство подобных установок, заметил Винокуров, — в способности создавать монохроматическое излучение на любой заданной длине волны (от 0,1 нм до 1 мм — 7 порядков) и плавно ее перестраивать. Другие лазеры работают в более узких диапазонах. Пиковая мощность излучения здесь может достигать ~100 кВт при сохранении дифракционного качества источника излучения. Кроме того, устройство способно мягко преобразовывать энергию электронного пучка в электромагнитное излучение, т.е. его можно «приравнять» к электронно-лучевой трубке, применявшейся в старых телевизорах, или радиолампе. По словам Винокурова, 5 лет назад подобных источников в мире вообще не было, сегодня их обладателями, помимо СО РАН, стали Американский национальный центр ускорителей (Лаборатория Джефферсона) и Японский институт атомных исследований в г. Такаи.

Сибирский лазер работает на ускорителе-рекуператоре. Это, как сказал Винокуров, самостоятельное техническое достижение. Для чего они нужны? Дело в том, что электроны, пропущенные через ондулятор, передают в электромагнитное излучение не более 1% от мощности пучка. Что делать с оставшейся энергией? Попытаться вернуть в ускоритель. В технике этот прием, заложенный учеными Института ядерной физики им. Г.И. Будкера на начальной стадии проектирования, называют рекуперацией. Иными словами, возвращая «отработанный» пучок в систему, специалисты возмещают всю затраченную на входе мощность, бо-

*См.: А. Скринский. Познание материи. — Наука в России, 2007, № 6 (прим. ред.).



лее того, увеличивают ее только за счет постоянной циркуляции электронного пучка в системе. Таким образом, рекуперация дает большой ток и сводит на нет радиационную опасность установки. Кстати, в 2009 г. Николаю Винокурову присудили Государственную премию РФ «За разработку и создание лазеров на свободных электронах».

Установка уже стала центром коллективного пользования. Сотрудники Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (г. Новосибирск) намерены с помощью терагерцового излучения изучить расщепление молекул. У этой фундаментальной работы есть прикладной интерес: в случае удачи можно будет приступать к созданию новых технологий напыления веществ на поверхности.

В лаборатории лазерной фотохимии Института химической кинетики и горения (г. Новосибирск), на территории которого располагается система, уже много лет исследуют химические реакции под действием света. Сначала использовали CO_2 -лазер с длинной волны около 10 мкм, для чего специально синтезировали молекулы. Теперь же потребность в этом отпадает: есть источник большой мощности, позволяющий работать с молекулами не на избранной, а на

**Заведующий лабораторией
Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН
доктор физико-математических наук
Николай Винокуров – разработчик лазеров
на свободных электронах.**

любой длине волны. И еще. В кооперации с новосибирскими коллегами из Института цитологии и генетики* и Института ядерной физики им. Г.И. Будкера химики совершенствуют метод так называемой «мягкой абляции» (от лат. *ablatio* — отнятие) — перевода молекул (например, ДНК, наночастиц) из твердой или жидкой фазы в аэрозольную под действием терагерцового излучения с целью дальнейшего анализа. Эту работу можно выполнять только здесь: низкая энергия кванта ($\sim 0,01$ эВ) не разрушает ковалентные связи молекул, потому они сохраняют биологическую активность.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ В ПОЛИМЕРЕ

Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН (г. Шатура Московской области) в последние годы успешно осваивает новое направление — лазерную стереолитографию (технология оперативного изготовления прототипов, макетов и функциональных объектов по их трехмерным компьютерным моделям). Этой теме академик Владислав Панченко посвятил большую часть своего доклада, что говорит о чрезвычайной востребованности разработок коллектива, прежде всего в медицине.

А инициированы они были в начале 1994 г. Центром судебно-медицинской экспертизы Минздрава РФ, занимавшимся тогда идентификацией останков бывшего российского императора Николая II, его семьи и слуг, расстрелянных в подвале дома Ипатьева в Екатеринбурге в ночь с 16 на 17 июля 1918 г. и найденных под насыпью Старой Коптяковской дороги недалеко от города. В 1995 г. в институте по данным рентгеновского компьютерного томографа впервые в России изготовили с точностью, пригодной для проверки соответствующими органами, пластиковую копию черепа человека, обнаруженного в захоронении. Опыт оказался настолько удачным, что тема «лазеры в биомедицине» вошла в число приоритетных.

До недавнего времени, отметил Панченко, единственно объективным и быстрым способом получения информации о посттравматических дефектах, инородных предметах, состояниях имплантантов и эндопротезов, следов оперативного вмешательства на костях у живого человека была рентгенограмма. Однако, будучи двумерным изображением рентгеновской «тени» изучаемого объекта, она не передавала все особенности его формы, рельефа поверхности, более того, искажала истинные размеры. С внедрением в клиническую практику компьютерной томографии появились высокоточные трехмерные модели различных структур и органов человека. Тем не менее в первой половине 1990-х годов для полного их набора, не-

*См.: В. Шумный. Приоритеты биологии. — Наука в России, 2007, № 5 (прим. ред.).

**Образцы пластиковых
стереолитографических
моделей, выполненных
по данным томографических
исследований
на установке ЛС-250
Института проблем
лазерных и информационных
технологий РАН.**



обходимого, например, для построения черепа, требовалось примерно 10 ч. А магнитно-резонансные томографы в то время костную ткань практически «не видели». Лишь распространение в конце 1990-х годов спиральных рентгеновских компьютерных установок кардинально изменило ситуацию: скажем, томограмма головы пациента стала рутинной процедурой продолжительностью не более 1 мин. Это и стимулировало внедрение стереолитографии в медицинскую практику: врач получил в дополнение к виртуальным трехмерным компьютерным моделям их вещественные копии.

В данной технологии (ее еще называют быстрым прототипированием), подчеркнул Панченко, сконцентрированы последние достижения в области квантовой электроники, нелинейной оптики, физики и химии высокомолекулярных соединений, прецизионной механики. А суть ее состоит в следующем. Сначала с помощью рентгено- и магнитно-резонансной томографии специалист получает трехмерное изображение, например исследуемого черепа. Далее модель разделяют на тончайшие слои и информацию о каждом передают на компьютер, соединенный со стереолитографической установкой. Лазерный луч, направляемый сканатором, «переносит» ее в специальную емкость, заполненную жидким фотополимеризующимся композитом. В этом процессе нет необходимости отверждать весь объем целиком. Наоборот, надо «склеивать» на каждом слое только элементы детали и оставлять жидким окружающее пространство. С этой целью и используют управляемый лазерный пучок, «указывающий», каким зонам нужно полимеризоваться, а каким нет. В результате неосвещенные участки остаются жидкими, а освещенные — твердеют, формируя тело детали-прототипа. И врач получает точную полимерную копию исходной компьютерной

модели черепа пациента, что дает ему возможность составить анатомические нюансы конкретного больного, определить методику операции и заранее разработать ее план.

Технологии предоперационного биомоделирования освоены в 25 клиниках различных регионов России, их применяют в онкологии, нейро-, челюстно-лицевой, реконструктивной хирургии и других областях здравоохранения.

Разработанные в Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН стереолитографические установки ЛС-120, ЛС-250, ЛС-350/500 позволяют оперативно создавать модели, узлы, детали и конструкции любой формы и сложности, причем использовать их можно не только в медицине, но и в аэрокосмической, автомобильной, энергетической промышленности. Заметим, выпускают их только фирма «3-D System» (США) и наш подмосковный институт. В 2009 г. его директор Владислав Панченко и коллеги-медики — заместитель директора НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко доктор медицинских наук Александр Потапов, директор Научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена доктор медицинских наук Валерий Чиссов были удостоены Государственной премии РФ «За комплекс научных работ по развитию лазерно-информационных технологий для медицины».

*Иллюстрации с сайта
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
и других интернет-источников*

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ: СВЕРШЕНИЯ И ПРОГНОЗЫ

В 2011 г. научная общественность отметила 100-летний юбилей открытия сверхпроводимости — одного из ярких, необычных и загадочных явлений физики твердого тела. В чем его суть, как происходило накопление знаний в этой области, каков масштаб воздействия феномена на современную физику и технику и какие вопросы, связанные с ним, по сей день остаются без ответа? Об этом Агентству научной информации «ФИАН-информ» рассказал заведующий сектором Физического института им. П.Н. Лебедева (ФИАН) член-корреспондент РАН Евгений Максимов.

История сверхпроводимости, представляющая собой цепочку открытий все более сложных структур — своеобразную «химическую эволюцию», началась в 1911 г. Тогда голландский экспериментатор Хейке Камерлинг-Оннес, изучавший в Лейденском университете (Нидерланды) свойства различных веществ при гелиевых температурах, работая с чистой ртутью, погруженной в жидкий Не, обнаружил странный эффект: ее сопротивление сначала постепенно падало, а затем при $T=4,15\text{ K}$ (примерно -269°C) резко снижалось почти до нуля. Это явно противоречило существующей в те времена классической электронной теории металлов. Исследователь повторил эксперимент несколько раз, но исход был одинаковым: в условиях сверхнизких температур электроны практически не испытывали сопротивления со стороны атомов кристаллической решетки. «...Не осталось сомнений, — писал он в 1913 г., вспоминая тот период, — в существова-

нии нового состояния ртути, в котором сопротивление физики исчезает». И далее: «Ртуть перешла в новое состояние и, учитывая его исключительные электрические свойства, его можно назвать «сверхпроводящим»*. Это была сенсация: ток в таком кольце мог циркулировать не затухая сколь угодно долго! Голландец даже не сразу понял фундаментальность сделанного им открытия. Однако мировая научная общественность быстро осознала это, и уже в 1913 г. Камерлинг-Оннесу была присуждена Нобелевская премия по физике.

За короткое время ученые установили: и многие другие металлы, например, алюминий, свинец, индий, а также сплавы становятся сверхпроводящими при низких температурах. Перспективы их применения казались безграничными: создание линий передач электроэнергии без потерь, сверхмощных магнитов, электромоторов и трансформаторов новых типов. Однако потребовались десятилетия, прежде чем человечеству удалось понять природу удивительного явления, создать его последовательную теорию и начать практическое использование.

«Поведение обычного несверхпроводящего металла на языке классической механики, в принципе, объяснить можно, — комментирует Евгений Максимов. — Электроны, как газ, летают и сталкиваются, их поворачиваешь в одну сторону, а они, сталкиваясь с другими, разворачиваются обратно, поэтому ток испытывает сопротивление. Сверхпроводимость же — это когда час-

*См.: В. Сытник, В. Высоцкий. Сверхпроводниковые технологии в электроэнергетике. — Наука в России, 2010, № 2 (прим. ред.).



Голландский физик, лауреат Нобелевской премии 1913 г.
Хейке Камерлинг-Оннес (1853-1926).

тицы, в отличие от классической механики, не трутся и не разворачиваются... Это огромное квантовое состояние, в котором понятие о трении исчезает, все частицы как бы повязаны друг с другом и движутся четким строем, не позволяя никому выскакать».

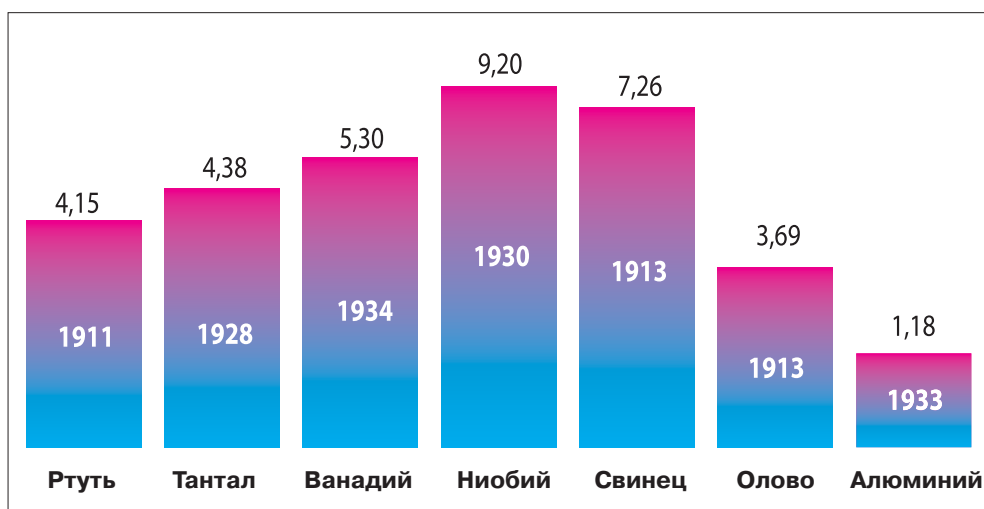
Важную роль в развитии рассматриваемой теории сыграло открытие в 1933 г. немецким физиком Вальтером Мейсснером и его коллегой Робертом Оксенфельдом эффекта вытеснения постоянного магнитного поля из массивного проводника, когда последний становится сверхпроводящим. Его называют эффектом левитации (от лат. *levitas* — «облегчение»), при котором предмет парит в пространстве без видимой опоры, не притягиваясь к поверхности земли, воды. Тогда и стало ясно: сверхпроводимость — явление квантово-механическое.

Серьезный шаг в постижении удивительных свойств материалов при низких температурах сделали в 1950 г. советские физики, будущие лауреаты Нобелевской премии академики Лев Ландау (1962 г.) и Виталий Гинзбург (2003 г.). Тогда в «Журнале экспериментальной и теоретической физики» впервые появилась их феноменологическая теория, описывающая сверхпроводимость с помощью так называемого «параметра порядка», а также учета квантовых эффектов, а именно волновой функции, характеризующей поведение электронов в твердом теле. Ученые предположили: при определенных параметрах эти частицы

приходят в согласованное (когерентное) состояние и неотличимы друг от друга.

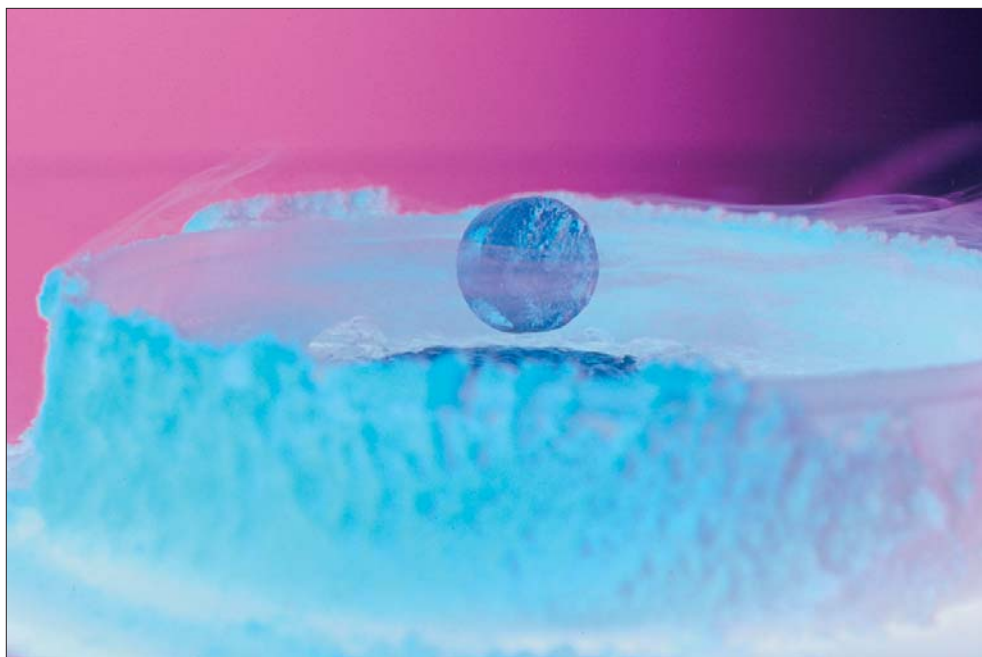
Так, пояснил Максимов, с помощью уравнения Гинзбурга-Ландау можно было описать поведение сверхпроводника в магнитных полях, но ответить на вопрос, как он стал таким, — нельзя. Проблему решили в 1957 г. три американских физика — Джон Бардин (иностраный член АН СССР с 1982 г.), Леон Купер и Джон Шриффер (иностраный член АН СССР с 1988 г.), создавших микроскопическую теорию, объясняющую загадочное явление спариванием электронов (т.е. образованием так называемых куперовских пар) за счет обмена колебаниями кристаллической ячейки квазичастицами — фононами, за что и получили в 1972 г. Нобелевскую премию.

При проверке теории Гинзбурга-Ландау наш соотечественник академик Алексей Абрикосов (ныне живущий в США и работающий в Аргоннской национальной лаборатории) обнаружил в 1957 г. новый класс материалов — сверхпроводники второго типа. В отличие от первого они сохраняют свойства даже в присутствии сильного магнитного поля (до 25 Тл). Ученый объяснил эти особенности, развивая рассуждения коллеги Виталия Гинзбурга, образованием регулярной решетки магнитных линий, окруженных кольцевыми токами. Такие структуры носят название «вихрей Абрикосова». Однако теоретические изыскания позволили ему задолго до экспериментального обнаружения предска-



Металлы, температура их сверхпроводящего перехода (T_c , К), год публикации обнаружения сверхпроводимости.

Постоянный магнит, парящий на расстоянии чуть больше 1 см над дном сверхпроводящей чашечки.



зять ряд явлений, характерных для данных сверхпроводящих материалов. Кстати, именно они сегодня доминируют в коллайдерах — ускорителях заряженных частиц на встречных пучках*, томографах и других мощных технических устройствах. За эти работы в 2003 г. Абрикосов получил Нобелевскую премию вместе с Виталием Гинзбургом и их американским коллегой Энтони Леггеттом.

Далее, следуя хронологии, Максимов выделил 1964 г., когда Гинзбург и Джейсон Литтл (США) независимо друг от друга высказали идею о возможности повышения температуры сверхпроводящего перехода за счет ионного, нефононного, механизма. Они, в частности, просчитали: замена фононов на экситоны (водородоподобные квазичастицы) существенно (до 50–500 К)

*См.: Л. Смирнова. Старт Большого адронного коллайдера. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

увеличит t (заметим, в то время температурный максимум колебался на уровне 25 К). Однако на практике поиск таких материалов не увенчался успехом, и тематика начала постепенно затухать.

Но в 1986 г. появилась сенсационная публикация сотрудников лаборатории известной компьютерной фирмы IBM швейцарца Карла Мюллера (иностраный член РАН с 1994 г.) и немца Йоханнеса Беднорца с сообщением о способности керамики на основе оксидов меди, лантана и бария переходить в сверхпроводящее состояние при 30 К (!). Это свидетельствовало об открытии нового класса веществ — высокотемпературных сверхпроводников. Работа, практически сразу же (в 1987 г.) отмеченная Нобелевской премией, вызвала лавину исследований в этой области. Уже через полгода американскому физика Поллю Чу удалось найти соединение с температурой перехода в 93 К. А самая



Сечения промышленных
сверхпроводников.

высокая — 138 К — была достигнута для сложного соединения $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ в 1993 г. И оснований полагать, что это предел, нет.

Укажем и на другую важную особенность: если со «старыми» материалами можно было работать, охлаждая их только гелием, то теперь появилась возможность перейти на более дешевый и доступный хладагент — жидкий азот (температура кипения 77 К).

Однако, подчеркнул Максимов, с открытием нового класса веществ вопросы не исчезали, а только нарастали. Это те же металлы, хотя и с некоторыми нюансами, либо совершенно новые, ранее неизвестные? Подходит ли для объяснения природы сверхпроводимости в этих соединениях микроскопическая теория Бардина, Купера и Шриффера? И можно ли достичь таких показателей сверхпроводящего перехода, чтобы сбылась мечта человечества о линиях электропередачи, проводящих ток при комнатной температуре, что сэкономило бы по меньшей мере около трети вырабатываемой энергии, теряющейся сегодня при ее трансляции на расстояния? Ответы, констатирует заведующий сектором ФИАН, до сих пор, спустя 100 лет после обнаружения феномена, остаются открытыми.

И тем не менее надо признать успехи практического применения сверхпроводимости. Это явление все чаще используют в современной электронике, энергетике, промышленности и медицине.

«Сверхпроводники, — отметил Максимов, — идеальная основа для производства электромагнитов». А они необходимы прежде всего для решения многих физических задач. Например, в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова (ныне Национальный исследова-

тельский центр «Курчатовский институт»), где с 1956 г. занимаются управляемым термоядерным синтезом*, создали серию установок «Токамак» со сверхпроводящими обмотками. Они представляют собой тор (проще говоря, «бублик»), магнитное поле которого способно удерживать высокотемпературную плотную плазму.

На сверхпроводниках работает Большой адронный коллайдер** — самая крупная экспериментальная установка в мире, построенная на границе Швейцарии и Франции. Без них невозможно и создание Международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР, сооружаемого в Кадараше (Франция)***.

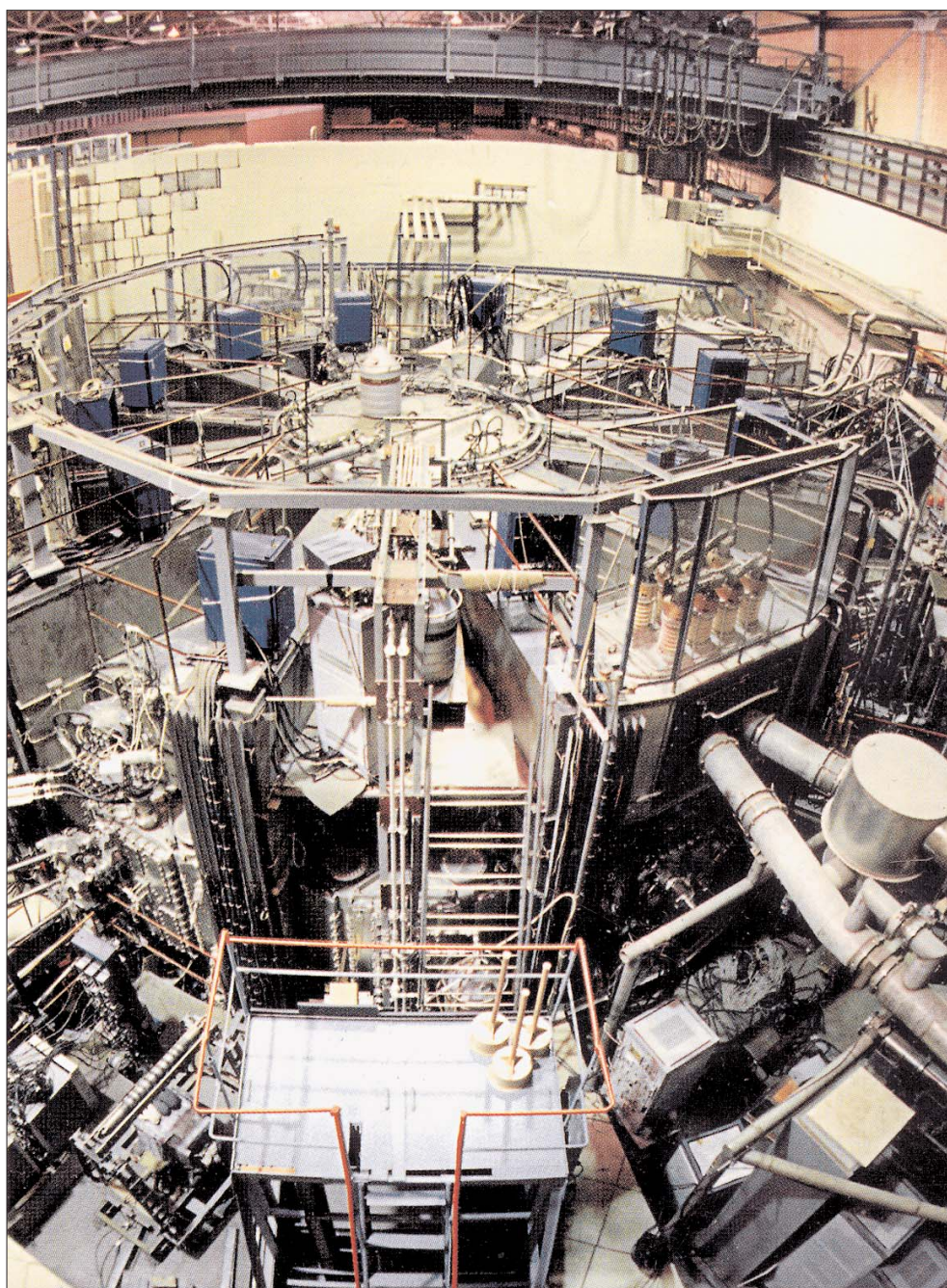
Другая область практического применения сверхпроводимости — чувствительные электронные приборы. Магнитометры, способные обнаруживать поля порядка 10^{-9} Гс, используют при изучении магнитных материалов, а также в медицинских кардиографах. Чрезвычайно восприимчивые детекторы востребованы в геофизике.

Сверхпроводящие устройства все больше влияют на метрологию: они работают в компараторах тока (приборах, предназначенных для сравнения измеряемой величины с эталонной), их применяют в фундаментальных исследованиях при измерении дробных зарядов атомных частиц и проверке теории относительности.

*См.: В. Стрелков. Царского пути в термояде нет. — Наука в России, 2009, № 1 (прим. ред.).

**См.: Л. Смирнова. Мегапроект XXI в. — Наука в России, 2009, № 5 (прим. ред.).

***См.: В. Глухих. На пороге термоядерной эры. — Наука в России, 2003, № 3; Л. Голубчиков. Токамак — интернациональный проект. — Наука в России, 2004, № 1 (прим. ред.).



Установка «Токамак-15»
в Институте атомной энергии
им. И. В. Курчатова
со сверхпроводящим
магнитом, 1988 г.
Большой радиус тора
составляет почти 2,5 м,
токи в обмотках достигают
3700 А, а радиальная сила,
действующая на одну катушку
в рабочем состоянии, – 10 т.

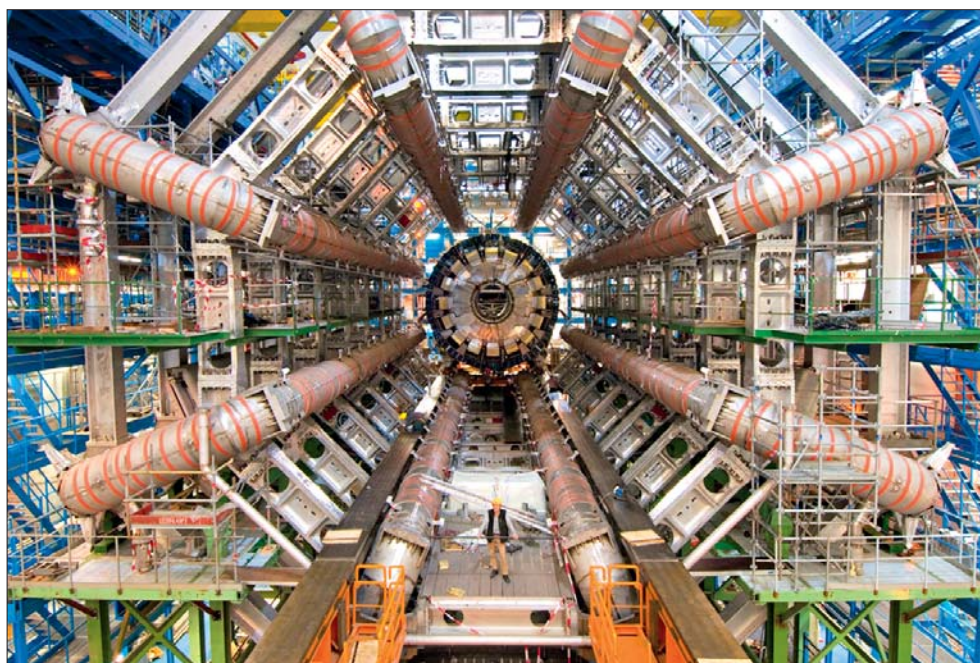
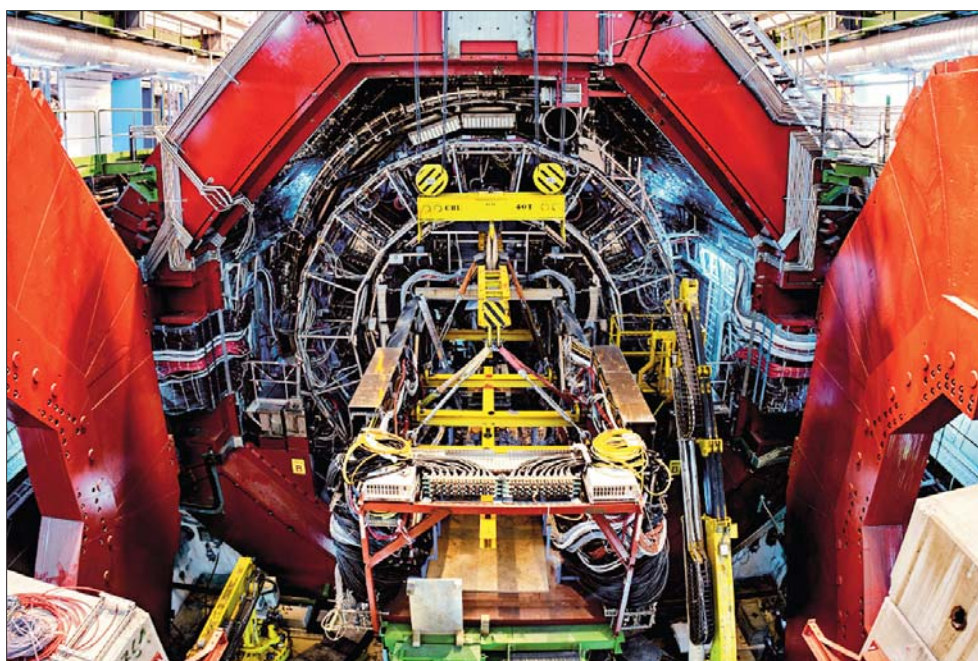
В компьютерных технологиях сверхпроводники могут обеспечивать ничтожные потери мощности при использовании тонкопленочных элементов и большие объемные плотности монтажа схем. Сейчас речь идет об опытных образцах тонкопленочных контактов, содержащих сотни логических элементов, в том числе памяти.

Применение в промышленности связано прежде всего с генерированием, передачей и использованием электроэнергии. Например, по сверхпроводящему кабелю диаметром всего в несколько дюймов ее можно передавать столько же, как по огромной сети ЛЭП, причем с

мизерными потерями или вообще без них, а стоимость изготовления изоляции и охлаждения криопроводников компенсируется эффективностью процесса.

Еще одна потенциальная сфера внедрения – генераторы тока и электродвигатели малых размеров. Обмотки из сверхпроводящих материалов могли бы создавать огромные магнитные поля, значительно увеличивая мощность этих устройств по сравнению с обычными машинами. Кстати, опытные образцы такой техники уже созданы у нас. При внедрении керамических сверхпроводников она может быть достаточно экономичной.

**Магнит L3 детектора ALICE
Большого адронного
коллайдера.**



**В одном из детекторов
Большого адронного
коллайдера – ATLAS –
установлено
8 тороидальных магнитов
с тепломером в центре.**

И последнее. Инженеров давно интересовал вопрос использования уникальных свойств данных материалов (в частности, левитации) для создания подвески поезда. Ведь за счет сил взаимного отталкивания между движущимся магнитом и током, индуцируемым в направляющем проводнике, он может следовать плавно, без шума и трения, развивая при этом очень большую скорость. Отметим: такой высокотехнологичный транспорт начали эксплуатировать в 1980-х годах в Бирмингеме (Англия). Правда, спустя 11 лет его сняли с линии из-за технических проблем. Но теперь его можно увидеть в Китае и Японии, где выпустили свы-

ше 10 модификаций поездов на магнитной подушке. Один из них – MLX01 – в 2003 г. установил абсолютный для данного вида транспорта рекорд скорости, разогнавшись до 581 км/ч.

*По материалам Агентства научной информации
«ФИАН-информ», 28 декабря 2010 г.*

*Иллюстрации из книги В. Гинзбурга, Е. Андрюшина
«Сверхпроводимость». – М: Альфа-М, 2006
и интернет-источников*

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

О КЛИМАТЕ ПРОШЛОГО «РАССКАЗЫВАЕТ»... ПЫЛЬЦА

Кандидат геолого-минералогических наук
Ольга НАЙДИНА,
Геологический институт РАН

**Как часто менялся климат в геологическом прошлом?
Какие факторы вызывали эти сдвиги?
Когда на планете происходило последнее глобальное потепление?
Применяя метод пыльцевого анализа,
палеоботаники реконструируют растительность,
природные условия и климат
в послеледниковую эпоху, т.е. за последние 11,7 тыс. лет.**

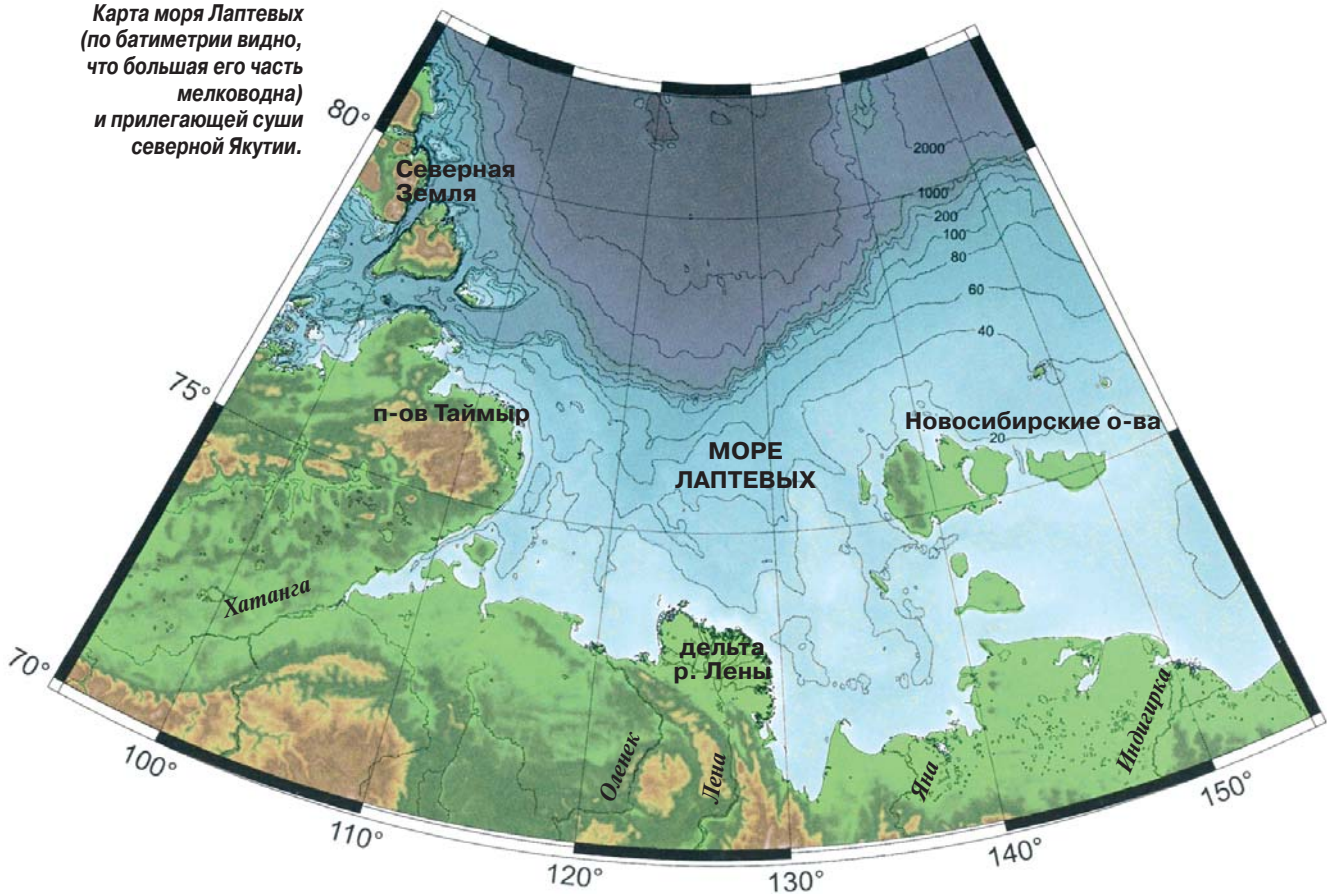
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ — МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Проблемой климата сегодня занимаются представители разных направлений науки, в том числе и палеоботаники. Они реконструируют динамику его и растительности во времени — за тысячелетия. Понимание закономерностей этих процессов крайне важно: выяснив, что происходило в прошлом, можно попытаться заглянуть в будущее, смоделировать возможную динамику природных условий. Изменения климата естественны для Земли, и в геологической истории проявлялись неоднократно.

Пример — глобальное потепление в голоцене* 9-6 тыс. лет назад, о котором пойдет речь ниже. Если же обратиться к совсем недавней истории, то вроде бы не очень значительное повышение температуры в Северном полушарии на 0,6°C в течение XX в. привело к тому, что стали иными распределение осадков, частота наводнений, ураганов, тайфунов.

*Голоцен (послеледниковая эпоха) — современная геологическая эпоха, составляющая последний, незакончившийся отрезок четвертичного периода геологической истории. Начался примерно 11,7 тыс. лет назад (*прим. ред.*).

Карта моря Лаптевых
(по батиметрии видно,
что большая его часть
мелководна)
и прилегающей суши
северной Якутии.



Существуют разные точки зрения на эту проблему*: одни специалисты видят причины температурных сдвигов в антропогенном факторе, другие настаивают, что в основе — явления естественного происхождения. Так, по мнению доктора физико-математических наук Льва Карлина (Российский государственный гидрометеорологический университет) потепление просто совпало по времени с индустриальной революцией XX в. Причем с 1900 г. возросшая активность Солнца привела к прогреванию океана и почвы и выбросу парниковых газов больше, чем деятельность человека.

Исследования керна льда из глубоких скважин Антарктиды и Гренландии подтверждают сделанный в Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН вывод: идущее глобальное потепление на Земле задано именно природными причинами, связанными с интенсивностью потока солнечного излучения, а не с промышленной деятельностью людей. Хотя, как считает климатолог доктор географических наук Александр Кислов (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова), данные моделирования свидетельствуют о статистической необычности современного климата и подводят к мысли о том, что наблюдающийся тренд, выраженный в увеличении количества аномалий температуры в Северном полушарии, не связан, по-видимому, с естественными процессами.

*См.: Ю. Израэль. Грозит ли нам климатическая катастрофа? — Наука в России, 2003, № 4 (прим. ред.).

Влиянию потепления климата по сравнению с другими регионами в большей степени подвержены регионы Арктики. Наиболее это заметно на ее шельфе — самом большом на нашей планете, площадь его составляет почти треть всего Северного Ледовитого океана. А в восточном секторе российской Арктики* значительная часть побережья и острова сложены высокольдистыми породами. Под воздействием летнего тепла лед вытаивает, и в результате разрушения берегов на шельф выносятся огромное количество наземного вещества, в том числе органики, метана, двуокиси углерода. Таким образом, вся прибрежная зона, как считают отечественные исследователи, может быть источником парниковых газов и провоцировать соответствующий эффект.

Большая часть арктического шельфа имеет глубины менее 100 м, а образовалась она в последние 11,7 тыс. лет. Значит, уже в голоцене суша была ближе к Северному полюсу приблизительно на 200–300 км, Евразия и Америка соединялись в один континент через Берингов мост (сегодня это мелководный пролив шириной 63 км). Арктические же острова являлись частью суши, где еще 5–3 тыс. лет назад обитали мамонты и бизоны.

Подчеркнем: с очередным повышением температуры и уменьшением количества осадков возникнет

*См.: Ю. Леонов. Важный этап полярных исследований. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).



**Дельта Лены –
бесконечные просторы
и тысячи озер, болот и рукавов.**

**С борта немецкого научно-
исследовательского судна
«Полярная звезда»
(«Polarstern») были отобраны
многие образцы керн
для пыльцевого анализа.**



комплекс экологических проблем. Скажем, если в Северном полушарии потеплеет на 5°C , то сибирские леса начнут гибнуть, потому что им для устойчивого развития требуются более низкие температуры. А таяние вечной мерзлоты в Якутии, на Чукотке приведет к изменению очертаний береговой линии, повышению уровня моря и т.д.

ФЕНОМЕН МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Основные факторы формирования климата Северной Евразии и погоды Западной Европы связаны с активностью арктических морских льдов. Основной их «производитель» для Северного Ледовитого океана — море Лаптевых. Благодаря обильному речному стоку тут формируется большая масса паковых льдов, в немалой степени влияющая на глобальные изменения климата Земли в целом. Здесь начинается трансполярный их дрейф на запад — в его реальности первым убедился в конце XIX в. норвежский путешественник и океанограф Фритьоф Нансен (иностраный почетный член Петербургской АН с 1898 г.)*. Вблизи Новосибирских островов его судно «Фрам» вмерзло в полярный плавучий лед, продрейфовав затем на северо-запад до Земли Франца-Иосифа.

Проблемы, связанные с изменением климата Арктики, влиянием его на формирование погоды Европы, изучают ныне в ходе реализации не только национальных, но и международных научных проектов. Один из них — «Эколого-климатическая система моря Лаптевых» — вот уже полтора десятилетия объединяет усилия российских и немецких ученых.

В результате их совместных междисциплинарных морских и наземных изысканий установлено, что район моря Лаптевых — уникальный природный ком-

плекс, не имеющий аналогов в мире. На основе современных методов, включающих биохимические, палеонтологические, в том числе и палинологические*, изотопные, а также радиоуглеродное датирование осадков арктических морей, спутниковые наблюдения, получены новые уникальные материалы.

Отметим, что изучение донных осадков весьма важно для реконструкции условий формирования палеоклимата Арктики, поскольку сток крупных рек — Лены, Хатанги, Анабара, Оленька, Яны — влиял на ледовые,

*См. В. Маркин, С. Хоркина. Сотрудничество в Арктике. — Наука в России, 2005, № 6 (прим. ред.).

*Палинология — раздел ботаники, изучающий пыльцу и споры растений, их форму, строение и развитие (особенно оболочек), закономерности рассеивания и захоронения (прим. ред.).

**Участники
рабочего совещания
по итогам российско-
германского сотрудничества
в области морских
и полярных исследований.**



седиментационные, биологические и другие процессы. Поэтому изучение соответствующего региона, включающего северную Якутию, — ключ к объяснению некоторых особенностей современного состояния природной среды и климата этой огромной территории.

Кстати, Якутия известна экстремальными климатическими условиями — температурные различия между зимой и летом здесь могут превышать 100°C . В районе Оймякона и Верхоянска — «полюс холода» Северного полушария — температура в зимний период порой опускается до -70°C . В летний же период, наоборот, бывает очень жарко. Такие различия — феномен, больше нигде на Земле не встречающийся. Слой вечной мерзлоты в некоторых районах Якутии достигает глубины 1000 м. Ландшафт прилегающей к морю Лаптевых части суши представляет собой равнинную кочкарную тундру, испещренную осоковыми пушицевыми и злаково-осоковыми болотами*.

Крупнейшая река, впадающая в море Лаптевых, — Лена, ее дельта — одна из самых впечатляющих в Арктике. Устье представляет собой бесконечную сеть болот в форме правильных многоугольников. На его юго-востоке встречаются скалы высотой до 250 м, покрытые мхами и лишайниками. А в самой дельте развиты плодородные и некаменистые тундровые почвы с разнообразным растительным миром. Они ежегодно обновляются из-за оседания приносимого половодьями взвешенного материала. Остатки растительности и залежи сплаваемого леса на дне способствуют накоплению значительного количества органического углерода.

МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ

Чтобы точнее спрогнозировать потепление, необходимы длительные погодные наблюдения и всесто-

роннее изучение палеоклиматов, в том числе голоцена*. Его особенность — а начался он, как упоминалось, 11,7 тыс. лет назад и соответствует современному еще не завершённому межледниковью — глобальное потепление. Какие же существуют подходы к исследованию природных условий, существовавших в столь давние времена?

Один из ведущих методов реконструкции растительности и климатов прошлого — уже упоминавшийся палинологический. Объект анализа — микроскопические растительные остатки: зерна цветочной пыльцы и споры высших растений. Развиваясь в огромных количествах (измеряемых сотнями тысяч и миллионами) в генеративных органах, по созревании они высыпаются и рассеиваются, иногда на чрезвычайно обширном пространстве. Попав тем или иным путем на поверхность почвы или оказавшись в осадках, образующихся на дне различных водоемов, значительная их часть захоранивается, переходя таким образом в ископаемое состояние. При этом содержимое их разрушается, так что ныне в руках исследователей оказываются лишь оболочки пыльцевых и спорных зерен. Тем не менее метод высокоинформативен и дает наиболее полное представление о флоре и доминирующих типах растительности, их смене во времени, а также позволяет реконструировать ландшафтные и климатические особенности прошлого.

Заметим, именно климат определяет формирование растительного покрова суши — растения «регистрируют» все колебания температуры и влажности. Изменялись природные условия — варьировался таксономический состав фитоценозов, растительные зоны со временем смещались на значительные расстояния. Сохранившиеся биологические «вещест-

*См.: Г. Русанова. Большеземельская тундра: взгляд в прошлое. — Наука в России, 2007, № 1 (прим. ред.).

*См.: А. Герман. «Вымерший» климат Арктики. — Наука в России, 2007, № 1 (прим. ред.).



**Осоково-пушицевые болота
сибирской Арктики.**



**Кустарничковая березка
типична для северной подзоны
тундры сибирской Арктики.**

венные доказательства» этих процессов применимы в качестве индикаторов интересующих нас изменений. Само географическое положение северной границы лесной зоны содержит важнейшую палеоклиматическую информацию: оно совпадает со среднемесячным июльским положением полярного атмосферного фронта (он возникает на границе между воздушными массами полярных (умеренных) и тропических широт). Потепление, сопровождавшееся в Северной Евразии продвижением лесов к северу, оказывало глубокое воздействие на радиационный баланс*. В голоцене амплитуда перемещения указанной границы на просторах Сибири достигала сотен километров, что в свою очередь приводило к измене-

ниям распространения мерзлоты, величины атмосферных осадков и режима рек. Еще раз отметим: для исследователей важно, что любые перемещения растительных зон во времени регистрируются палинологическими данными.

УДИВИТЕЛЬНЫЙ ИНДИКАТОР

Изучение современных пылевых дождей над морскими акваториями показало, что составляющие их мельчайшие биологические частицы отражают интегрированные данные о растительности прилегающей суши и поэтому дают представление о климате обширных регионов. В восточном секторе Арктики тесное соединение двух элементов системы «суша — шельф моря Лаптевых» осуществляется посредством упоминавшихся крупных рек. Поэтому в формировании пылевых морских спектров огромная роль принадлежит их подводному стоку. Мощные Лена и Яна выносят в море особенно большое количество

*Радиационный баланс — разность между потоками солнечной радиации, поступающими на земную поверхность и уходящими от нее; зависит от высоты светила, обусловленной временем суток, года, географической широтой, а также от отражательной способности поверхности, прозрачности атмосферы и других факторов. Измеряется в Вт/м² (прим. ред.).

**Кустарничковая ива –
компонент растительности
северной подзоны тундры
северной Якутии.**



**Пыльцевое зерно
кедрового стланика *Pinus pumila*
в поле зрения светового микроскопа
(увеличение в 400 раз).**

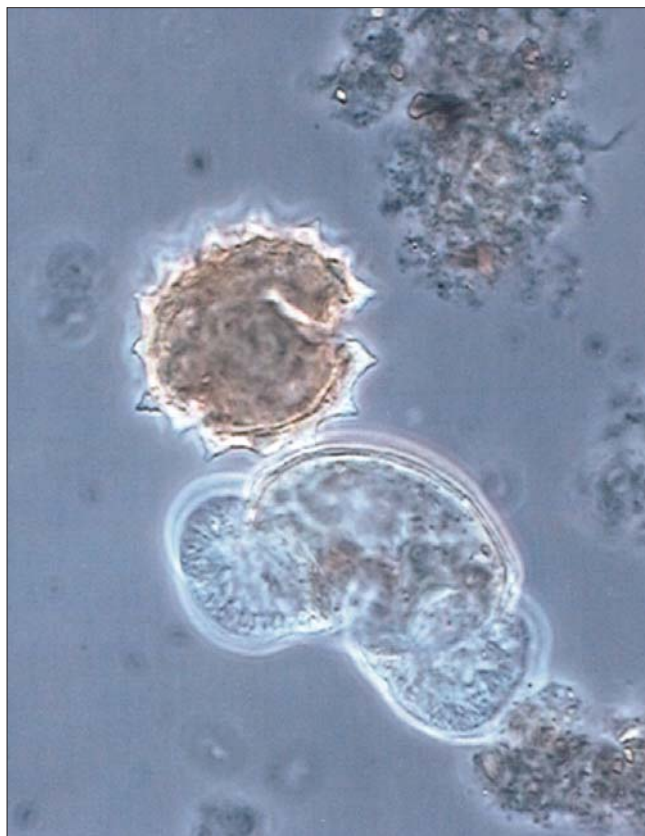
растворенных и взвешенных частиц (в том числе и пыльцу растений), аккумулирующихся на шельфе. Как показали наши первые исследования, пыльцевые спектры, полученные по пробам шельфовых осадков, содержат надежную информацию о вызванных действием климатических факторов изменениях растительного покрова суши, прилегающей к морю Лаптевых.

В связи с сильной ледовитостью последнего современной растительность данной местности характеризуется безлесными ландшафтами. Однако пыльца деревьев и кустарников, трав и кустарничков довольно обильна в соответствующих спектрах нынешних морских отложений и вполне достоверно отражает региональную растительность Якутии, а потому может использоваться для реконструкции палеоклиматических условий.

В рамках упомянутого проекта «Эколого-климатическая система моря Лаптевых» были изучены керны

нескольких колонок, добытые с 1993 по 2000 г. в ходе российско-германских экспедиций «Трансдрифт» из голоценовых отложений моря. На основе многочисленных радиоуглеродных датировок исследуемых образцов спор с помощью ускорительной масс-спектрометрии был определен их календарный возраст. Эту сложную задачу решил доктор геолого-минералогических наук Хеннинг Баух (Институт морских наук при Кильском университете, Германия).

Наиболее полно в находках представлены осадки раннего и среднего голоцена. Анализ образцов из отложений, накопившихся с 11,3 по 5,3 тыс. лет назад, показывает чередование основных типов растительности на прилегающей к морю суши: с доминированием тундрового разнотравья и кустарничков или же деревьев и кустарников. Среди двух последних преобладали пыльца кустарничковой березки *Betula sect. Nanae*, ольховника *Duschekia fruticosa*, а также зерна сосны *Pinus* и кедрового стланика *Pinus*



Пыльцевые зерна сосны *Pinus sylvestris* и астровых *Asteraceae* под световым микроскопом (увеличение в 400 раз).

pumila. В группе трав и кустарничков чаще других встречалась пыльца осок *Cyperaceae* и злаков *Poaceae*. Обычны зерна верескоцветных *Ericaceae*, гвоздичных *Caryophyllaceae*, сложноцветных *Asteraceae* и ыдругих представителей тундрового разнотравья. Изредка отмечались единичные зерна пыльцы вальерьяны *Valeriana*, кипрея *Epilobium* и шавеля *Rumex*. Споровые представлены сфагновыми *Sphagnum* и гипновыми мхами *Bryales*. Весьма характерно присутствие спор холодолюбивого плауника *Selaginella rupestris*.

Судя по составу спорово-пыльцевых спектров, растительность в начале голоцена представляла арктическую тундру. Климат был близок к современному. Выше по разрезу зарегистрировано чередование максимумов пыльцы хвойных и кустарниковых берез. Отчетливо прослеживается смена тундровых кустарниковых ландшафтов на лесотундровые с участием сосны и кедрового стланика. Очевидно, последние приближались к самому берегу моря и климат, наверное, был теплее современного. Его потепление, по нашим данным, происходило во временном интервале с 9,3 до почти 8 тыс. лет назад.

Палинологическое изучение осадков другой колонки, накапливавшихся в течение последних 9,7 тыс. лет, показало: возрастание концентрации и количества пыльцевых зерен и спор между 6 и 7 тыс. лет назад совпадает с увеличением содержания органического углерода. Последнее связано с повышением температуры

воздуха и совпадает с сокращением льдов в Северном Ледовитом океане. В высокоширотной Арктике температура воздуха была на 2–4°C выше, чем в настоящее время. Весьма вероятно, что пыльцу древесных в голоцене приносили преобладающие ветры с небольших островков лесной растительности, являвшихся азональными, т.е. нехарактерными для данной территории экогеосистемами, подобными современному самому северному в мире участку леса — урочищу Ары-Мас в низовьях реки Хатанги, а также рощам на островах реки Ундюлюнг — правого притока Лены. Было установлено: таежная растительность в тундровые пространства могла заноситься по активно газлирующим тектоническим трещинам, по которым закладывались и развивались речные долины.

В целом реконструированная растительность имеет мозаичное распределение в пределах единой тундровой зоны. Вероятная причина образования таких азональных участков, как урочище Ары-Мас, — различие геологической среды зон минерального питания и геотермические аномалии земной поверхности. Температура зон — один из важнейших параметров формирования растительных сообществ. Газо-теплообмен между ними и приземным воздухом приводит к увеличению суммы активных температур, т.е. продлению сроков вегетации. Известно, что процессы ассимиляции и фиксации азота и углекислоты весьма чувствительны даже к незначительному изменению температуры. Понижение или повышение ее на доли градуса, а тем более на 1–2°C приводит к смене состава растительности.

Возрастание поступления на шельф моря Лаптевых пыльцы хвойных, представленных, в основном, сосной и кедровым стлаником, началось после 9,3 тыс. лет назад и стало, возможно, следствием происшедшего в интервале 9,0–3,8 тыс. лет назад вызванного потеплением продвижения линии леса к морю. Сравнение с наземными данными по региону показывает: увеличение переноса древесной пыльцы на шельф совпадает с перемещением границы леса к северу.

Таким образом, начало климатического оптимума (самого теплого временного интервала) голоцена для восточного сектора Арктики датируется 8,9 тыс. лет назад, окончание — 5,5 тыс. лет назад. Количество осадков превышало современное, а температура воздуха была выше приблизительно на 3°C.

Автор статьи признателен докторам геолого-минералогических наук Хайди Кассенс и Хеннингу Бауху (Институт морских наук при Кильском университете, Германия) за предоставленные материалы, радиоуглеродное датирование и поддержку исследований.

Иллюстрации предоставлены автором

КОНТРОЛЬ ЗА ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА

Мировое научное сообщество не одно десятилетие обсуждает проблему глобальных климатических изменений. Но до сих пор ученые не могут прийти к единому мнению о природе наблюдаемых ныне процессов: мы живем в эпоху потепления или похолодания? Что лежит в основе участвовавших природных катаклизмов? Как строить прогнозы на будущее? По мнению директора Института глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РАН академика Юрия Израэля, самое важное для человечества — это изучение возможностей стабилизации климата, о чем он рассказал газете «Вечерняя Москва» в ноябре 2010 г.

Ни для кого не секрет, что климат на Земле менялся неоднократно, периоды потепления и оледенения чередовались друг с другом. В далеком прошлом, в эпоху динозавров (около 230–65 млн лет назад)*, температура на поверхности планеты была выше на десяток градусов: именно тогда появились важнейшие для нас полезные ископаемые, скажем, каменный уголь. Последнее оледенение закончилось примерно 10 тыс. лет назад, а схожий температурный максимум зафиксирован лишь 5 тыс. лет спустя. С тех пор температура продолжала колебаться, и по разным причинам — как природным, так и антропогенным — регистрируются определенные подъемы значений, и если брать минувшие 100 лет, то, по мнению ученого, тенденция потепления очевидна.

Далее академик отметил безусловное влияние деятельности человека на климат**, однако не поддер-

жал широко обсуждаемую в последнее время гипотезу о создании и испытании климатического оружия. Аномально жаркое лето в Европейской России в 2010 г., по его мнению, объясняется вполне понятными геофизическими процессами, которые надолго задержали жаркий антициклон в центре европейской части нашей страны. При этом особо подчеркнул: ныне ни одно государство не располагает энергетическими возможностями для хотя бы незначительного влияния на климат, так как извержение всего одного, пусть не самого большого вулкана на Земле сравнимо со взрывом сотни ядерных бомб.

Израэль пояснил свое скептическое отношение к Киотскому протоколу (1997 г.). По его мнению, данный международный документ политически ангажирован и экономически не оправдан: подсчитано, что за 100 лет разные страны будут вынуждены потратить триллион долларов, чтобы снизить уровень CO₂ до нужного уровня и таким образом бороться с парниковым эффектом. Кроме того, развитые государства поставлены в невыгодное положение — уступка квот вопрос крайне сложный и требует тщательного анализа и прогнозирования темпов развития в будущем. Ученый предложил не приспосабливаться, а стабилизировать и сохранить современный климат, используя апробированные технологии — этот вопрос уже неоднократно поднимался на самом высоком уровне в нашей стране и обсуждался два года назад в Токио на совещании президентов 13 академий наук, где Израэль выступал с докладом по поручению президента РАН академика Юрия Осипова.

Такая технология известна: речь идет о тончайших аэрозолях для экранировки солнечного излучения, производимых из обычной серы и отходов нефтяной отрасли. Первые расчеты были сделаны в России еще в 2005 г. Они показали, что изменение отражения сол-

*См.: Ю. Авсюк и др. Внезапно ли вымерли динозавры? — Наука в России, 2002, № 3; В. Алифанов, А. Аверьянов. Время динозавров. — Наука в России, 2003, № 5 (прим. ред.).

**См.: Ю. Израэль. Грозит ли нам климатическая катастрофа? — Наука в России, 2003, №4 (прим. ред.).



Вулканы – мощный климатообразующий фактор.
Фотография начала взрывного извержения вулкана Сарычев на острове Матуа Курильской гряды, сделанная из космоса.

нечного излучения всего на 1-2% может сохранить нынешний климат или вернуть его в то состояние, каким он был 50 лет назад. Причем речь идет не об управлении климатом, а именно о воссоздании привычных и комфортных для нас условий проживания.

По некоторым оценкам в ближайшие 100 лет температура может подняться на 1,5-4,5°C, что приведет к сильнейшим катастрофам – растают ледники Гренландии, повысится на 8 м уровень Мирового океана, «оттаит» вечная мерзлота. Для россиян это не будет иметь катастрофических последствий, а вот для жителей Бангладеш может обернуться настоящей трагедией. Уже сейчас в северных широтах России наблюдается подтаивание верхних слоев почвы, что грозит нарушением прочности домов и опор трубопроводов. С другой стороны, у этого явления есть и положительный момент: на Крайнем Севере, в том числе в Якутии, впервые стало реально выращивать такие сельскохозяйственные культуры, о которых раньше там и не мечтали. Но отрицательных последствий, конечно же, неизмеримо больше.

Что касается практической стороны вопроса, то сейчас в г. Обнинске (Калужская область) в специальных модельных камерах ведут исследования на базе объединения «Тайфун» Росгидромета. Ученые также

проводили эксперименты в тропосфере на высоте до 3 тыс. м – с борта самолета распыляли экранирующие сернистые частицы, а внизу замеряли все изменения. Так впервые в мире наши специалисты доказали возможность целенаправленного воздействия на климат с целью стабилизации необходимых его составляющих. Кроме того, предлагаемая технология экологически безвредна и экономически целесообразна: сера стоит недорого, и, по оценкам разработчиков, количество необходимых для распыления частиц в пять тысяч раз меньше того объема схожих соединений, которое возникает в результате промышленной деятельности. В итоге же климат планеты удалось бы стабилизировать за 5-10 лет, а расходы были бы на порядки меньше, чем предусмотрено Киотским протоколом.

Лескова Н. Климат можно держать под контролем. — Газета «Вечерняя Москва», 11 ноября 2010 г.

Материал подготовила Е. ПАНТАКОВА

ЦЕНТР НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ



Кандидат технических наук Борис ФОМКИН,
ученый секретарь ученого совета Военно-воздушной академии
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина (Москва)

**«Человек не имеет крыльев...
Но думаю, что он полетит, опираясь
не на силу своих мускулов, а на силу своего разума».**
Так в 1890 г. писал «отец русской авиации»
Николай Жуковский – основоположник современной гидро-
и аэромеханики, педагог, инженер, экспериментатор,
организатор науки и образования,
член-корреспондент Петербургской АН (с 1894 г.).

*Эмблема Военно-воздушной академии
им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина.*



Памятник Николаю Жуковскому
(скульптор Георгий Нерода, 1959 г.)
около Петровского путевого дворца –
в 1920-1997 гг. главного здания академии.



Административный корпус академии
на улице Планетная (Москва).

В 1918 г. на Всероссийском авиационном съезде Жуковский сделал доклад, где обосновал необходимость и возможность создания в нашей стране лучшей в мире авиации, что, разумеется, требовало подготовки соответствующих высококвалифицированных кадров. Через два года ученый организовал в Москве и возглавил первое в истории высшее учебное заведение такого профиля – Институт инженеров Красного Воздушного Флота, в 1922 г. преобразованный в академию с присвоением имени ее основателя. Год спустя она переехала в Петровский дворец* на северо-западе столицы, вблизи Ходынского аэродрома, что способствовало совершенствованию учебного процесса, с 1998 г. занимает комплекс зданий с главным корпусом на улице Планетной. В 2009 г. согласно распоряжению Правительства РФ сформирован военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» с присоединением к нему в качестве филиалов Ейского, Краснодарского, Сызранского, Челябинского, Санкт-Петербургского и Ярославского военных институтов.

*Петровский путевой (подъездной) дворец на Тверском тракте (ныне Ленинградский проспект); построен в 1776-1780 гг. Образец русской неоготической архитектуры (прим. ред.).

Гордость крупнейшей и старейшей в мире научной школы в области воздухоплавания, отметившей в 2010 г. 90-летний юбилей, – ее выпускники и сотрудники, в том числе действительные члены АН СССР и РАН. К этой блестящей плеяде относятся математики Иосиф Ворович, Владимир Пугачев, специалист по проблемам машиноведения Николай Бруевич, физик-ядерщик Евгений Забабахин, авиаконструкторы Сергей Ильюшин, Артем Микоян, Николай Кузнецов, Александр Яковлев, энергетик Виктор Кулебакин, ученые в области систем автоматического управления Александр Красовский и Гермоген Поспелов, механик, автор теории авиационных двигателей Борис Стечкин, конструктор моторов Сергей Туманский и др.

Главная кузница кадров Военно-Воздушных Сил дала «путевку в жизнь» десяткам тысяч командиров и инженеров, более чем 600 докторам и 5000 кандидатам наук, 30 летчикам-космонавтам, в том числе Героям Советского Союза Юрию Гагарину, Герману Титову, Валентине Терешковой, дважды удостоенным этого высокого звания Валерию Быковскому, Борису Волинову, Владимиру Комарову, Алексею Леонову, Андрияну Николаеву, Павлу Поповичу, 200 летчикам-инженерам-исследователям.



**Штурмовик Ил-2,
созданный в 1930-х годах
в руководимом
Сергеем Ильюшиным
конструкторском бюро
и прозванный фашистами
«черная смерть».**

В Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. участвовало свыше 50 тыс. самолетов, спроектированных в конструкторских бюро, возглавляемых нашими выпускниками. Сегодня в России и странах СНГ нет войсковой части, научного учреждения или учебного заведения ВВС, где бы они не трудились, ни одной организации, разрабатывающей новую технику, где бы не реализовались идеи ученых академии.

Одно из главных достижений вуза — широкий спектр научных школ, сформировавшихся на фундаменте огромного наследия Жуковского, глубоко осознававшего роль технического прогресса и органично сочетавшего в своей деятельности фундаментальность с практической направленностью изысканий. Те же принципы взяли за ориентир последователи великого ученого.

С первых лет существования академии начала интенсивно развиваться школа проектирования и строительства вертолетов, родоначальником которой был Борис Юрьев (в 1923–1949 гг. начальник кафедры экспериментальной аэродинамики, академик с 1943 г.). В числе его многочисленных учеников и продолжателей данного направления доктора технических наук Сергей Белоцерковский (в 1950-х годах руководил исследованиями свойств и технологии производства решетчатых крыльев*, в 1960-х — инженерной подготовкой отряда первых космонавтов, в конце 1980-х — 1990-х годах занимался вихревой компьютерной механикой жидкостей и газов), Михаил Ништ, Александр Желанников, Иван Лифанов (в 1970–1990-е годы работали на кафедре аэродинамики, научные интересы — вычислительная, гидро-

аэродинамика, нелинейные математические модели, численные методы и т. д.).

Одновременно с этой школой складывалась другая — проектирования летательных аппаратов, возглавленная доктором технических наук Владимиром Ветчинкиным, развивавшая три основных направления: прочность конструкции, боевая живучесть и прогнозирование путей усовершенствования самолетов. По данной проблематике трудилось немало исследователей. В их числе видный ученый в области теоретической механики, аэро- и гидромеханики академик Александр Некрасов, металловед доктор технических наук Николай Гевелинг, всемирно известные авиаконструкторы Семен Лавочкин (член-корреспондент АН СССР с 1958 г.), Сергей Ильюшин (академик с 1968 г.), Александр Яковлев (с 1976 г.), Артем Микоян (с 1968 г.), Виктор Болховитинов. Кстати, именно последний в середине 1940-х годов положил начало научному планированию модернизации летательных аппаратов, магистральным направлением которой стало оптимальное сочетание эффективности их функционирования с затратами на создание и эксплуатацию. Главные результаты соответствующих многолетних изысканий изложил наш сотрудник доктор технических наук Леонид Мышкин в монографии «Прогнозирование развития авиационной техники» (М., 2006 г.).

На заре деятельности академии зародилась также школа теории и конструкции авиационных двигателей. Основоположник ее — Борис Стечкин, трудившийся здесь в 1920–1954 гг. (академик с 1953 г.). Перечень разработок по данной тематике чрезвычайно обширен (от поршневых и газотурбинных моторов до силовых установок гиперзвуковых и воздушно-космических аппаратов): наши воспитанники опубликовали 8 фундаментальных трудов по теоретичес-

*Решетчатые крылья (решетчатые рули) — аэродинамические поверхности, выполненные в форме плоской решетки; реализованы на более чем 20 типах ракет и в системе спасения космических кораблей серии «Союз» (прим. ред.).



Портрет Николая Жуковского, выполненный из фотографий самолетов. Автор – сотрудник академии Вячеслав Марков.

ким вопросам, 27 книг, посвященных характеристикам и законам регулирования авиационных двигателей, более 1500 различных статей, учебных и методических пособий.

Летательный аппарат – весьма эффективное средство с военной точки зрения, что нашло отражение еще в наследии Жуковского. Поэтому в числе главных проблем, решаемых нашими специалистами, всегда были связанные с теорией взрыва, баллистикой, создание авиационных средств поражения и управления ими. В ходе таких поисков в 1930-х годах сформировались школы Николая Бруевича (академик с 1942 г.), Владимира Пугачева (с 1981 г.) и др. У истоков комплекса начатых еще в 1920 г. изысканий в сфере энергоснабжения для обеспечения жизнедеятельности экипажа и точности доставки средств поражения стоял Виктор Кулебакин (академик с 1939 г.). Гермоген Поспелов (академик с 1984 г.) и Александр Красовский (с 1992 г.) в 1950-х годах возглавили исследования по теории навигации, управления и планирования в больших системах, искусственному интеллекту, доктор технических наук Василий Тихонов в 1960-х – по статистической радиотехнике и радиосвязи.

Во второй половине XX в. появились невиданные ранее способы ведения боевых действий, в том чис-

ле радиоэлектронные, возросли потребности усиления соответствующей разведки, развернулись работы по изучению физических принципов и явлений с целью создания нового бортового оборудования, включая радионавигацию, радиолокационные прицельные комплексы, голографию (способ получения объемных изображений предметов на фотопластинке), лазеры, волоконно-оптические линии связи, методы снижения заметности летательных аппаратов, цифровую обработку информации и т. д. На базе соответствующих теоретических трудов рождались научные школы, в частности Александра Реутова, сотрудника академии в 1960-1972 гг. (члена-корреспондента АН СССР с 1987 г.).

Следует отметить: академия внесла огромный вклад не только в мировую фундаментальную науку, но и в создание авиационной техники. Так, еще в 1920 г. наш сотрудник Александр Коваленков смонтировал бортовую радиостанцию АК-1, впервые в истории передавшую человеческую речь с борта самолета на землю, через девять лет Борис Стечкин опубликовал основы теории воздушно-ракетных двигателей, а в начале 1940-х годов при его непосредственном участии изготовили турбореактивный двигатель РД-3М, установленный в последующем на самолетах Ту-16 и Ту-104.

В 1960-х годах под руководством доктора технических наук Владимира Сидорина в академии сконструировали лазерную систему, что положило начало широкому кругу изысканий по применению таких устройств в отечественной авиации (дальномеры, подсветка целей, обнаружение погруженных подводных лодок, маловысотная ночная разведка, управление оружием и воздействие излучения на различные материалы и функциональные узлы радиоэлектронной и оптико-электронной аппаратуры). В результате в 1966 г. появился образец самолетного лазерного дальномера, в дальнейшем принятого на вооружение самолетов МиГ-23Б, Су-17, Су-25, Су-27, МиГ-29. В настоящее же время его усовершенствованные модификации используют в России на всех типах летательных аппаратов.

Ученые академии всех поколений придавали большое значение созданию научно-технической продукции двойного назначения – в интересах обороны и народного хозяйства. Пример этому подал именно Жуковский, в 1897-1898 гг. сделавший фундаментальное открытие о природе гидравлического удара в водопроводных трубах и мерах по его предотвращению. Работу Николая Егоровича, посвященную данному вопросу, перевели на несколько европейских языков, а ее выводы стали основополагающими при проектировании и эксплуатации соответствующих коммунальных сетей.

Подобных предложений наших сотрудников можно назвать немало. Так, исследования доктора технических наук Петра Львова в области точечной

**Аэродромная практика
слушателей и курсантов
на Монинской
учебно-лабораторной базе.**



**Практические занятия
в специализированном классе
прицельно-навигационных
комплексов самолетов.**



**Практические занятия
по специальности
«Система обеспечения
жизнедеятельности экипажей
летательных аппаратов».**

сварки листов нержавеющей стали (1924-1931 гг.) сыграли ключевую роль при сооружении как первых отечественных цельнометаллических самолетов «Сталь», так и скульптуры Веры Мухиной «Рабочий и колхозница» для Всемирной выставки в Париже 1937 г. (ныне воздвигнута на постаменте перед Северным входом во Всероссийский выставочный

центр)*. А доктор технических наук Михаил Новиков в 1950-х годах создал зубчатую передачу** прин-

*См.: А. Фирсова. Отечественный опыт ар деко. — Наука в России, 2010, № 2 (прим. ред.).

**Зубчатая передача — трехзвенный механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами и образуют с неподвижным вращательную или поступательную пару (прим. ред.).



Ан-22 «Антей» – транспортный турбовинтовой самолет, выполнивший первый полет в 1965 г.



Бе-12 – противолодочный самолет-амфибия, осуществивший свой первый полет в 1960 г.

ципиально нового типа, позволившую без увеличения габаритов и массы повысить передаваемую ею мощность в 2-3 раза. «Зацепление Новикова», как называют сконструированный им механизм специальных двигателей, судостроении, шахтных подъемниках. Труды же доктора технических наук Георгия Покровского в области теории удара и взрыва легли в основу изготовления кумулятивных (т.е. для поражения бронированных целей) авиационных боеприпасов, а также строительства противоселевых плотин и дамб в горных районах в 1966-1975 гг.

Эти традиции успешно продолжает нынешнее поколение наших ученых. Предложенные ими методы увеличения ресурса силовых установок летательных аппаратов, обеспечения безопасности при их взлете и посадке, ускоренного ремонта трубопроводов, тушения пожаров, глобальная разведка воздушного пространства, земной поверхности и морских акваторий, позволяющая оценивать экологическую обстановку, обнаруживать потерпевшие бедствие самолеты и суда, широкие возможности волоконно-оптических датчиков — вот далеко не полный перечень разработок двойного назначения последних лет.

Благодаря изысканиям, проводимым в академии, повышается качество получаемого в ее стенах образования. Основой его, согласно заветам Жуковско-

го, является фундаментальность (высокий уровень преподавания общенаучных дисциплин — математики, физики, химии, теоретической механики) и знакомство в ходе учебного процесса с новейшими изобретениями, открытиями. К тому же исходя из потребностей практики — испытаний, внедрения в войска, эксплуатации современных авиационных комплексов — на наших факультетах рождаются ранее неизвестные специальности. Так, помимо традиционной инженерной, обоснована и внедрена подготовка летчиков-космонавтов (1961 г.), руководящего состава Военно-Воздушных Сил, математиков (1972 г.), летчиков-исследователей (1992 г.) и т. д., а в 1990-е годы — специалистов наукоемких направлений, в том числе гражданских. В настоящее время здесь трудятся около 500 докторов и кандидатов наук, десятилетиями проводятся ежегодно семинары, в том числе всероссийского уровня, проходят конференции, что обеспечивает публичное обсуждение и анализ результатов исследований.

Наши сотрудники, помимо публикаций по отдельным направлениям своей деятельности, подготовили ряд юбилейных. Одна из них, «Звездный выпуск «Жуковки» (2008 г.), посвящена ее питомцам, вышедшим из этих стен 40 лет назад, — первопроходцам Вселенной, а также следующим поколениям космонавтов. А в 2010 г. увидела свет энциклопедия

**Ту-114 «Россия» – турбовинтовой
дальнемагистральный пассажирский
самолет выпуска 1961-1965 гг.**



**Ту-141 «Стриж» – многоцелевой
беспилотный летательный аппарат
для разведки на глубину
несколько сотен километров
от линии фронта на трансзвуковых
скоростях с посадкой посредством
парашютной системы,
состоял на вооружении в 1979-1989 гг.**

«90 лет Военно-воздушной инженерной академии им. профессора Н. Е. Жуковского. Люди, события, факты», рассказывающая о достижениях вуза, располагающего высоким научным потенциалом, уникальной экспериментальной и учебной базой.

Что касается перспектив академии, то планируется превратить ее в крупный центр, способный решать широкий круг задач. Среди них фундаментальные исследования по развитию авиационной техники и вооружения, подготовка интеллектуальной элиты Военно-Воздушных Сил (докторантура, адъюнктура и соискательство), повышение квалификации профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, специалистов войск, переподготовка офицеров, увольняемых в запас и отставку, обучение иностранных военнослужащих, а по ряду специальностей – гражданской молодежи.

В заключение рассказа о нашем вузе совершим небольшое путешествие в одно из его подразделений – Музей Военно-Воздушных Сил в подмосковном поселке Монино, один из самых больших в мире такого профиля. Во время Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. на здешнем аэродроме среди хвойного леса базировались части авиации дальнего действия, в частности бомбардировщики Ил-4, затем до 1956 г. проводились учебные полеты со слушателями академии, а два года спустя организовали выставку

образцов техники – летательных аппаратов, авиационных двигателей, специального вооружения.

Эта коллекция стала основой музея, торжественно открытого 23 февраля 1960 г. Его экспозиция (свыше 37 тыс. единиц хранения) позволяет проследить развитие отечественного воздухоплавания, военной и гражданской авиации от аэропланов 1909 г. до сложнейших комплексов сегодняшнего дня, отражает достижения и приоритеты нашей науки и техники. Помимо подлинных образцов, здесь есть модели самолетов, вертолетов и вооружения, авиамоторы, средства спасения, уникальные документы и фотографии. Тут побывало множество посетителей, в том числе зарубежных – почти из 100 стран. А ирландский журналист Поль Деллфи отметил: «Я побывал в 30 подобных музеях по всему миру. Слышал, что такой есть и в Монино. Я был готов увидеть многое, но не думал, что буду так потрясен увиденным и услышанным. Это самая крупная и интересная коллекция авиатехники. Это фантастика».

Иллюстрации предоставлены автором

ПЕРВЫЙ «ДИРЕКТОР РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ»

Кандидат биологических наук Николай ВЕХОВ,
Российский научно-исследовательский институт
культурного и природного наследия Министерства культуры РФ

**В 1873 г. австро-венгерская экспедиция
под руководством лейтенанта флота Юлиуса Пайера
и геофизика Карла Вейпрехта обнаружила
в Северном Ледовитом океане (на севере Баренцева моря) архипелаг,
существование которого чуть ранее расчетным путем
предсказал наш ученый-энциклопедист князь Петр Кропоткин.
Первопроходцы назвали открытую землю в честь
занимавшего тогда престол в Вене императора Франца-Иосифа.
А через 10 лет по инициативе Вейпрехта
впервые в мировом масштабе был проведен
1-й Международный полярный год. Среди 12 его стран-участниц,
развернувших 13 наблюдательных станций в Арктике и Антарктике,
была и Россия, осуществлявшая исследования
на двух станциях – на Новой Земле
и на острове Сагастыр в устье реки Лены.**

Тогда человечество по-настоящему «заболело» Арктикой. Научные и деловые круги заинтересованных в ее изучении стран наперебой бросились финансировать широкомасштабные работы в Гренландии, на Канадском Арктическом архипелаге, Земле Франца-Иосифа, Шпицбергене. Размах, денежные затраты, снаряжение проводимых

экспедиций, их широкое освещение прессой поражают даже в наши дни, хотя полученные результаты оказались не сопоставимыми с прилагавшимися усилиями. Но такой ажиотаж вполне понятен: все было внове, природа севера таила множество загадок, а опыта подобных исследований тогда никто не имел.

Рудольф Самойлович. Фото 1930-х годов.

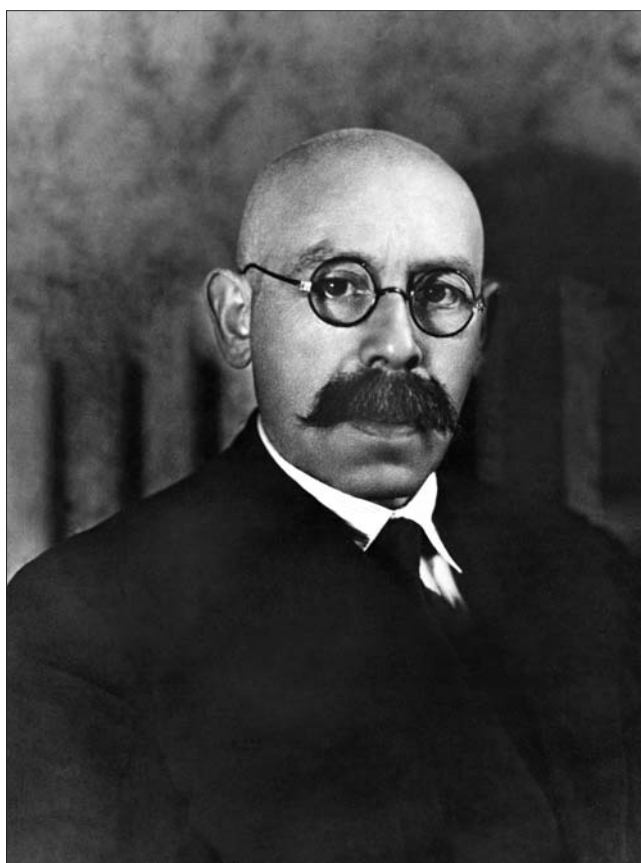
Наша страна также включилась в эту «гонку». Да иначе и быть не могло: она обладает окраинами суши длиной несколько тысяч километров, выходящими непосредственно в Арктику. Но именно огромные, труднопреодолимые расстояния служили своеобразным тормозом познания региона. Тем не менее усилиями крупнейших отечественных теоретиков и практиков, в первую очередь разностороннего ученого, члена-корреспондента Петербургской АН (с 1876 г.) Дмитрия Менделеева*, видного военно-морского деятеля, океанографа, мореплавателя, кораблестроителя вице-адмирала Степана Макарова, к концу XIX в. сложилась национальная идея освоения Севера в широком смысле.

Результатом деятельности энтузиастов изучения Арктики из разных кругов российского общества стали пионеры мирового ледокольного флота «Ермак», «Таймыр», «Вайгач», комплексное изучение северных морей, первая в нашей стране академическая полярная экспедиция под руководством барона Эдуарда Толля** 1900–1902 гг., а также Гидрографическая, в 1914 г. открывшая Землю императора Николая II (ныне Северная Земля). Ученые и изыскатели строили грандиозные планы, но их не удалось осуществить из-за разразившейся вскоре Первой мировой (1914–1918 гг.), а затем Гражданской войны (1918–1922 гг.).

Однако когда наступили мирные дни, к претворению в жизнь данной программы вернулись на государственном уровне: экономика страны, особенно промышленные и сельскохозяйственные районы, была разрушена войнами, и на Север обратили внимание как на перспективную сырьевую область. Кроме того, Норвегия, Англия, США и Канада претендовали на наши ничем не прикрытые и неохранные территории — Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю и остров Врангеля. Именно в тот период начала восходить «научная звезда» Рудольфа Самойловича, лидерство которого в изучении и освоении Арктики продлилось два десятилетия и трагически оборвалось с его смертью в 1939 г.

Ученый родился в 1881 г. в посаде Азов на берегу Азовского моря. Как и многие будущие путешественники, в детстве пропадал у причалов, наблюдая за приходом судов и разгрузкой пароходов. Другим его увлечением были книги — приключенческие романы Вальтера Скотта, Жюль Верна, Майна Рида, Фенимора Купера и др. Закончив гимназию, юноша поступил на физико-математический факультет Новороссийского университета в Одессе, затем отправился во Фрейбург (Германия), где закончил Горную академию, и в 1905 г. вернулся в Россию.

Вскоре за участие в революционной деятельности Самойловича выслали в Архангельскую губернию, с



чего и началось его познание высокоширотного региона. Итогом первых трех лет исследований стала работа о находящихся в Пинежском уезде уникальных гипсовых пещерах, опубликованная в 1909 г. в «Известиях Архангельского общества по изучению Русского Севера». Именно сотрудничество с этой своеобразной «народной академией» ввело молодого человека в круг знатоков Заполярья, во многом еще оставшегося terra incognita.

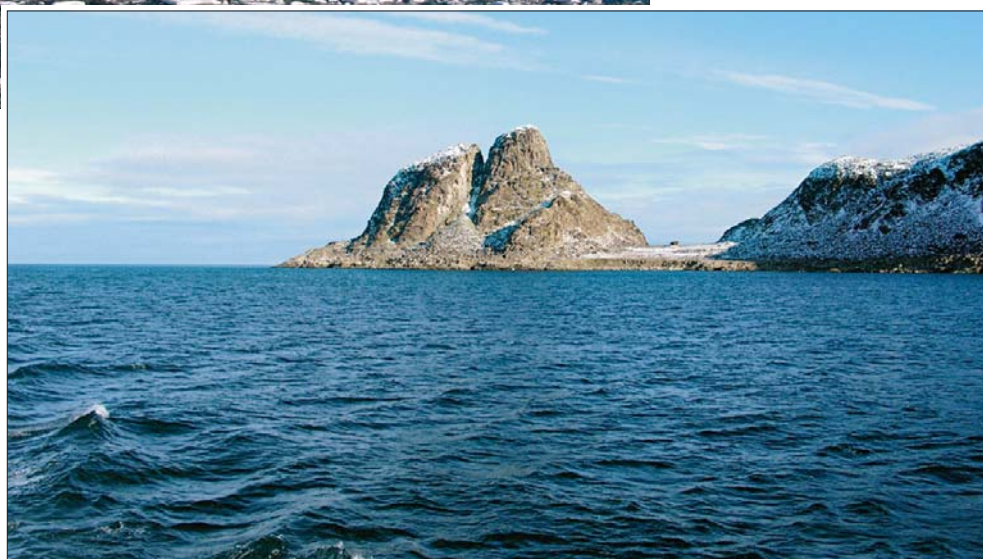
В 1912 г. царское правительство озаботилось активностью англичан и норвежцев, устремивших взоры на арктический архипелаг Шпицберген (древнее славянское название — Грумант)* с его главным богатством — запасами угля. Россия тоже планировала заявить о правах на их долю, памятуя, что поморы еще более двух столетий начали промышленно на островах морского зверя, и по примеру иностранных конкурентов пожелала обозначить свои намерения заявочными столбами (страна, поставившая их больше всех, получала самую обширную территорию).

Начальником экспедиции в спорный регион назначили выпускника парижской Сорбонны, члена Архангельского общества по изучению Русского Севера, полярного геолога Владимира Русанова, не единожды побывавшего в арктических путешествиях. Он и включил в состав участников похода на Шпицберген Са-

*См.: Л. Бондаренко. Менделеев: начало пути. — Наука в России, 2003, № 5 (прим. ред.).

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

*См.: В. Старков. Кто открыл Шпицберген? — Наука в России, 1994, № 2 (прим. ред.).



*Холодная красота
Шпицбергена.*

мойловича. По прибытии на острова последний в сопровождении матроса обследовал побережье, где планировалось поставить российские заявочные столбы.

Впечатления Рудольфа Лазаревича от первой встречи со здешней фантастической природой оказались столь сильными, что на всю жизнь определили его отношение к Арктике: «Чарующая необыкновенная картина расстилалась перед вашим взором. Высокие горы, остроконечные, скалистые вершины поднимались к небу, рассекающие течения облаков подобно вуали то открывали их резкие очертания, то придавали им сказочные формы. Между гор могучие ледники сверкали на солнце белоснежной поверхностью, опускались широкими языками к морю в виде мощных, навек застывших рек. Подножие гор, опоясанное ледниками, сливалось с морем, и покрытые сверху облаками вершины их создавали впечатление, будто обрывки земли чьей-то нечеловеческой рукой брошены высоко в воздушное пространство и тихо колеблются в нем между небом и землей».

Закончив свою часть исследований, Самойлович и еще два человека по распоряжению Русанова вернулись на материк, что спасло им жизнь: двинувшись с Груманта на восток и обогнув Новую Землю, начальник экспедиции вместе с остальными ее участниками и экипажем своей шхуны «Геркулес» сгинул в неизвестности.

Итогом работ Рудольфа Лазаревича на Шпицбергене в 1912 г. стали карты береговой области островов, образцы горных пород и окаменелостей, описание суши. Главные выводы, сделанные им после анализа собранных материалов, касались промышленных запасов полезных ископаемых и геологического строения архипелага. На такое заключение ученого быстро откликнулись предприниматели: «было организовано промышленное общество, — как писал он впоследствии, — которое должно было заняться разведками, а в дальнейшем и эксплуатацией шпицбергенских углей. Я был приглашен правлением его в качестве горного инженера». В 1913 г. Самойлович снова на

**Ледокол «Красин»
постройки 1916 г.
Санкт-Петербург,
набережная
лейтенанта Шмидта.
Ныне филиал
Музея Мирового океана.**



Груманте. Вместе с географом, геологом Павлом Виттенбургом он обследовал несколько месторождений и обнаружил: они заслуживают разработки, а общие запасы сырья на архипелаге превысили 4 млрд т. Через 20 лет эти сведения стали главными для организации там угледобычи, ведущейся, кстати, ныне силами АО «Арктикуголь».

В годы Первой мировой войны Самойлович участвовал в геологических работах на севере Карелии, где открыл промышленное месторождение мусковита (минерала, необходимого для электротехнической промышленности)*, в 1919 г. — в экспедиции, обследовавшей долину реки Печоры с целью мобилизации ее природных ресурсов для истощенной войнами России, в следующем году выступал на заседании Особой продовольственной комиссии Северного фронта, после чего получил назначение на пост ее ученого секретаря. Теперь у него были контакты как со специалистами, так и с заинтересованными организациями, что предопределило многие из достигнутых им в будущем поистине огромных результатов.

Вскоре комиссию преобразовали в Северную научно-промысловую экспедицию под началом Самойловича, а председателем ее ученого совета стал геолог, президент АН СССР академик Александр Карпинский. О высокой государственной значимости нового учреждения говорят не только масштабы выделенных правительством страны денежных средств на его организацию, но и имена сотрудников — минералога

академика Александра Ферсмана*, гидробиолога и океанолога доктора биологических наук Константина Дерюгина, географа, океанографа и картографа (почетного члена АН СССР с 1939 г.) Юлия Шокальского, зоолога члена-корреспондента АН СССР с 1923 г. Алексея Бялыницкого-Бирули и др.

Экспедиция объединила научно-промысловые работы на всем Русском Севере — от финской и норвежской границ до Уральских гор. Самого же Рудольфа Лазаревича, уже ранее вместе с Русановым познавшего на Шпицбергене «вкус победы», манила к себе Новая Земля с омывающими ее Баренцевым и Карским морями, на тот период крайне мало исследованными. Требовалось обозначить советское присутствие в этой части Северного Ледовитого океана, оставшейся, как ни удивительно, «бесхозной» (в те годы еще не было разграничения его значительной области на государственные сектора), и заявить на нее наши права.

В 1921–1927 гг. Самойлович ежегодно снаряжал экспедиции на Новую Землю. Итогами упорного семилетнего труда стали карты ранее почти не изученной ее восточной стороны и уточнение планов западной, описание берегов и прилегающих морских акваторий, уникальные сведения по здешней геологии, ботанике, зоологии, климату, гляциологии. Добавим: нельзя не отдать должное отваге ученого и его соратников, путешествовавших на утлых суденышках (а как иначе назвать, например, парусно-моторный бот «Грумант» длиной около 9 м с маломощным мотором, развивающий скорость около 9,5 км/ч) вокруг всего

*См.: Л. Кулешевич. Где молчит история, там говорят камни. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

*См.: Р. Баландин. Поэт камня. — Наука в России, 2003, № 6 (прим. ред.).



Пейзажи
Земли Франца-Иосифа.

архипелага, где ежеминутно подстерегала опасность быть раздавленными льдинами.

Одновременно, с 1921 г., на Кольском полуострове* отряды экспедиции изыскивали возможности для постановки консервного дела, на территории современной Республики Коми** разведывали месторождения угля, нефти, места для оленьих угодий, обследовали трассу Мурманской железной дороги с целью вовлечения в народное хозяйство природных ресурсов прилегающих территорий. Все это координировал Рудольф Лазаревич, руководя порой абсолютно разными направлениями исследований, доставая деньги, снаряжение, транспорт, решая множество бюрократических «ребусов», вникая во всевозможные нюансы. А кроме того, нужно было публиковать труды, поныне являющиеся классическими для стремящихся познать высокоширотный регион планеты, по сей день не открывший полностью свои тайны.

*См.: Н. Вехов. Русская Лапландия. — Наука в России, 2011, № 1 (прим. ред.).

**См.: А. Асхабов, А. Самарин. Научный центр на северо-востоке Европы. — Наука в России, 2011, № 1 (прим. ред.).

К 1924 г. Северная научно-промысловая экспедиция по объемам, высокому научному уровню выполненным работ, полученным результатам переросла рамки ведомственного учреждения, и ее преобразовали в Институт по изучению Севера. Возглавил его Самойлович, уже известный как талантливый организатор, способный решать самые сложные задачи, благодаря самообладанию и накопленному опыту находивший выходы из порой нестандартных ситуаций, которыми изобиловало Заполярье.

Все эти качества «директора Арктики» оказались востребованными, когда в 1928 г. неподалеку от Шпицбергена потерпел катастрофу дирижабль «Италия» с международным экипажем под командой итальянского конструктора, полярного исследователя генерала Умберто Нобиле, возвращавшимся на Большую землю после достижения Северного полюса. Организованная СССР экспедиция во главе с Самойловичем на ледоколе «Красин», оснащенный самолетом для поисков во льдах, обнаружила и доставила на материк находившихся на грани гибели воздухоплавате-



Главная гондола
дирижабля
«Граф Цеппелин».

лей*. К тому же она проникла в такие высокие широты, где побывал лишь ледокол «Ермак» вице-адмирала Степана Макарова в 1901 г. Тем самым Рудольф Лазаревич доказал правильность использования в данном регионе именно судов, способных преодолевать ледяные препятствия, предопределив их применение в будущем при эксплуатации трассы Северного морского пути.

По завершении спасательной операции последовала череда многочисленных зарубежных командировок, поездок по СССР с докладами и выступлениями о походе «Красина». Самойловича с большим интересом слушали в Вене, Праге, Брно, Штутгарте, Париже, Стокгольме, других крупных городах Европы, что способствовало росту его международной известности. А вскоре начались масштабные работы на Земле Франца-Иосифа. Как и прежде, подоплека пристального государственного интереса к покрытым вечными льдами безлюдным островам была не чисто научной, а политической: в 20-е годы XX в. на владение ими стала претендовать Норвегия, ссылаясь на то, что ее охотники ежегодно ведут там промысел. Правительство же СССР, преследуя цель обозначить на архипелаге свое присутствие, направило туда экспедицию под началом Самойловича.

29 июля 1929 г. на острове Гукера Земли Франца-Иосифа взвился к небу советский государственный флаг (что означало ее вхождение в состав Союза ССР), поднятый прибывшими на ледокольном пароходе «Седов» полярниками во главе с Рудольфом Лазаревичем. Тем же рейсом сюда доставили материалы для постройки первой в регионе научной станции (ее вскоре возвели на берегу бухты Тихой), смену зимовщиков, которым предстояло начать разнообразные наблюдения, в том числе постоянные метеорологиче-

ские. Здесь они провели морские гидрологические и биологические исследования, сделали геологическую съемку и описали территории архипелага, к которым удалось подойти судну, собрали материал для составления ледовых прогнозов.

В следующем году изучение Земли Франца-Иосифа продолжили. К этому добавилось и путешествие к почти неизвестной тогда Северной Земле, причем вновь с политической целью — присоединения к СССР (хотя еще в 1914 г., когда ее открыла экспедиция под руководством гидрографа, геодезиста, полярного исследователя Бориса Вилькицкого, Россия объявила о своих правах на эту часть суши). Установили ее западные пределы, собрали исходные данные для составления ледовых прогнозов этого района. На обоих архипелагах создали опорные пункты, выполнили топографическую съемку, изучили рельеф, геологию пород грунта, морское дно, совокупность растительных сообществ, животный мир, а в восточной части Карского моря открыли новый архипелаг, назвав его в честь океанолога, метеоролога, историка освоения Арктики Владимира Визе (члена-корреспондента АН СССР с 1933 г.).

Объем работ расширился, что требовало организационных изменений. Самойлович подготовил докладную записку с предложением преобразовать Институт по изучению Севера во Всесоюзный арктический и направил ее в правительство СССР. В ноябре 1930 г. оно утвердило соответствующее положение — так появился мощный научный центр с широчайшим кругом задач, включавшим развертывание собственных исследований (в том числе по естественным наукам, истории, этнографии, экономике, прикладным вопросам — путям сообщения, собаководству, оленеводству, промысловому делу), координацию инициируемых другими ведомствами, проведение тематических конференций.

*См.: Ю. Бельич. «Директор Арктики» спасает «Италию». — Наука в России, 2003, № 6 (прим. ред.).



Самойлович (слева)
с немецкими коллегами. 1931 г.

В начале 1920-х годов с целью устройства в труднодоступных местах Крайнего Севера станций и их снабжения с помощью воздушных судов было организовано международное общество «Аэроарктик». С 1930 г. им руководил немец Гуго Эккнер, инициировавший и возглавивший первую (и единственную) интернациональную воздушную экспедицию: его страна выделила дирижабль «Граф Цеппелин», а научную часть предприятия возглавил Рудольф Лазаревич.

Вылетев из немецкого городка Фридрихсгафена, воздухоплаватели за 106 ч преодолели 13 тыс. км: достигли Земли Франца-Иосифа, западного побережья Северной Земли, пересекли пролив Вилькицкого и полуостров Таймыр. На обратном пути они пролетели поперек Новой Земли, обследовали часть ее западного берега и через Архангельск возвратились в Германию. В течение всего путешествия аэронавты использовали аэрофотосъемку (с последующей дешифровкой в камеральных условиях), доказав ее целесообразность в арктических условиях, за что горячо ратовал Самойлович.

Ученые (в их числе был метеоролог, изобретатель радиозонда* Павел Молчанов, осуществивший несколько его запусков с борта дирижабля) осуществи-

ли съемку местности для уточнения геологии и морфологии поверхности суши островов и северных оконечностей материка, гидрологической сети и оледенения островов, собрали большой материал по климату приземных слоев арктической атмосферы, много других сведений. Уникальность и значение добытого с помощью воздушного судна материала превзошли все ожидания. Естественно, такой успех — заслуга прежде всего нашего героя.

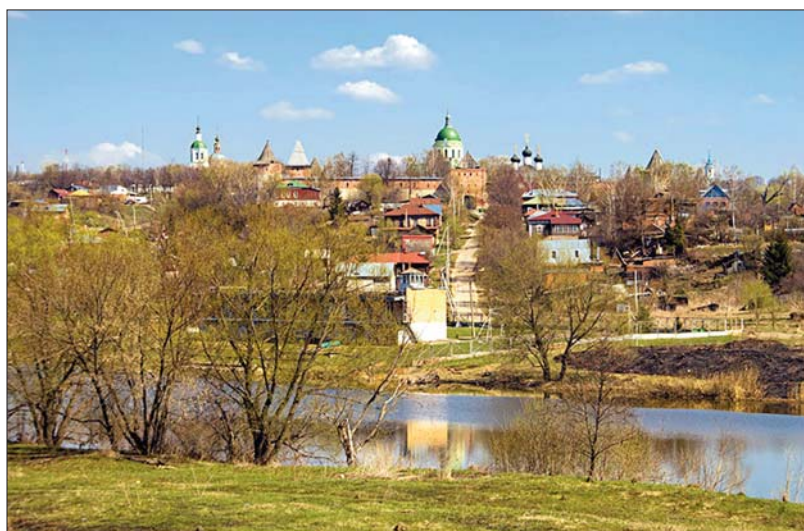
1932–1933 гг. — 2-й Международный полярный год. От СССР за участие в этом грандиозном мероприятии и результаты работ на развернутых станциях отвечал руководимый Самойловичем институт. Плавание на ледоколах «Садко» и «Русанов», участие в исследованиях десятков ученых разных специальностей, сбор полевого материала по единой программе обеспечили огромный пласт знаний о природе Арктики. Его обработку и осмысление, как и публикацию, предстояло проводить не один год.

В 1934 г. Рудольф Лазаревич осуществил очередную экспедицию на «Седове» в Карское море, а через год был удостоен степени доктора географических наук. Вторая же половина 1930-х годов стала пиком сталинских репрессий, не обошедших и руководимый им институт. На конференциях, в печати развернули кампанию по шельмованию ученого и его сподвижников. В 1938 г. он был арестован. Ему предъявили стандартный по тому времени набор обвинений — террористическая и контрреволюционная деятельность, менее чем через год приговорили к высшей мере наказания и расстреляли на Донском кладбище в Москве. Лишь через два десятилетия первому «директору российской Арктики» вернули честное имя и даже увековечили его на географической карте Земли (остров и бухта в архипелаге Северная Земля, бухта, пролив между островами на Земле Франца-Иосифа и ледниковый купол на ее севере, бухта на Новой Земле, остров в архипелаге Северная Земля, гора, мыс и полуостров в Антарктиде).

Снаряжаемые ученым экспедиции, наиболее трудные и ответственные из которых он возглавлял лично (напомним, на его счету 21 поход в Арктику), дали миру важные географические открытия, ценные сведения о Ледовитом океане. К тому же, именно благодаря уникальному знанию Севера, незаурядному организаторскому таланту, научной интуиции Самойловича народное хозяйство страны получило апатиты Кольского полуострова, нефть Республики Коми, уголь Воркуты, свинец и цинк острова Вайгач, флюорит североуральского хребта Пай-Хой, а также медь, молибден, гипс, горный хрусталь, асбест и многие другие богатства Заполярья.

*Радиозонд — устройство для измерения различных параметров атмосферы и передачи их на фиксированные приемники (прим. ред.).

У НИКОЛЫ ЗАРАЙСКОГО



Ольга БАЗАНОВА, журналист

В 150 км от столицы, на берегу реки Осетр (правого притока Оки) стоит кремль, самый маленький в России, но единственный в Московской области, полностью сохранившийся до наших дней, — историческое ядро старинного города Зарайска.

Первые документальные сведения о здешнем поселении (тогда называвшемся Осетр) содержатся в Ипатьевской и Никоновской летописях* под 1146 г. Затем оно фигурирует в своде «Повестей о Николe Зарайском»: в 1225 г. священник Ев-

*Ипатьевская летопись — одна из самых древних (ее так называемый Академический список датируется примерно 1420 г.); Никоновская — крупнейший памятник летописания XVI в. (прим. ред.).

стафий перенес сюда из древнего греческого города Херсонеса (ныне в черте г. Севастополя, Украина) чудотворный образ Святителя Николая. Став настоятелем храма, построенного тут для хранения иконы, он начал записывать связанные с ней события, что и положило начало вышеназванному циклу произведений. Дело продолжили его потомки и последователи Прокопий, Никита, Василиск, Захарий, Феодосий,



**Зарайский кремль.
Никольская башня.**



**На территории
зарайского кремля.**

Матвей, Иоанн Вислоух и Петр. 335 лет они создавали этот капитальный труд, охарактеризованный виднейшим знатоком отечественной словесности академиком Дмитрием Лихачевым как выдающееся явление древней русской литературы.

На месте первого, деревянного, Никольского собора, где трудился Евстафий и его сподвижники, сегодня стоит пятиглавый бесстолпный кирпичный, построенный в 1681 г. В память о героях «Повести о разорении Рязани Батыем»* (она вошла в составленный летописцами упомянутый свод), защищавших в 1237 г. родную землю от монголо-татарских полчищ, на стене храма в 1987 г. установили мемориальную доску. В высеченном на ней тексте приведен отрывок из этого произведения: «О земля, о земля! О дубравы! Поплачьте со мною! Как назову день тот и как опишу его...; было тогда много тоски, и скорби, и слез, и вздохов, и страха, и трепета от всех тех злых, которые напали на нас».

Цикл «Повестей о Николе Зарайском» содержит и рассказ о том, как в 1237 г. монголо-татарский хан Батый казнил здешнего князя Федора Юрьевича, отказавшегося привести ему красавицу-жену. Узнав о гибели мужа, Евпраксия вместе с малолетним сыном бросилась с вершины своего терема и разбилась насмерть. Всех троих похоронили неподалеку от храма

Николая Угодника и установили над общей могилой три каменных креста (восстановлены в 2002 г.).

В те времена городское укрепление — острог — представляло собой многогранник из земляных валов (общей длиной 1,5 км), окруженный рвами с водой и стеной из вертикально вкопанных заостренных сверху бревен. Оно имело 12 башен, в том числе 5 с воротами. Подобные деревянные крепости, каких было немало на Руси, служили капитальной преградой для нападавшего неприятеля, однако не могли противостоять огню. Положение стало меняться, когда Московское государство возглавил великий князь Василий III (1505-1533 гг.), неустанно заботившийся об усилении обороны страны. В 1505-1515 гг. он воздвиг мощную каменную цитадель в Нижнем Новгороде*, в 1507-1520 гг. — в Туле, в 1525-1531 гг. — в Коломне**, а в 1528-1531 гг. — у Николы Зарайского, как называли город, где хранилась чудотворная икона святого.

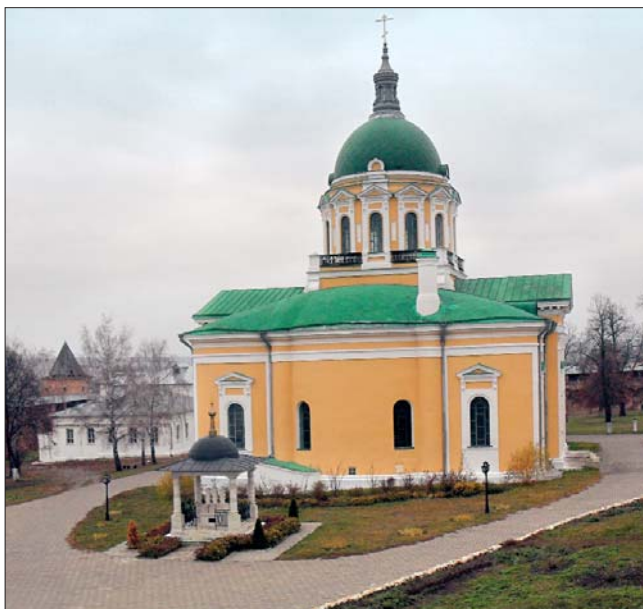
Строил крепость на Осетре знаменитый итальянский зодчий Алевиз Фрязин (Алоизио да Карезано; в 1494-1519 гг. возводил Кремль и Большой Кремлевский дворец в Москве)***, причем разместил ее внут-

*См.: О. Базанова. Две столицы великого княжества. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).

*См.: В. Даркевич. У слияния великих рек. — Наука в России, 1998, № 2 (прим. ред.).

**См.: О. Базанова. Любимый город Дмитрия Донского. — Наука в России, 2010, № 4 (прим. ред.).

***См.: Т. Гейдор. Неподвластные времени. — Наука в России, 2009, № 1 (прим. ред.).



Иоанно-Предтеченский собор.



Никольский собор.

ри деревянного острога. Кирпичные стены новой четырехугольной (185x125 м) фортеции с внешней стороны на 2/3 высоты облицевали белым камнем и увенчали полукруглыми зубцами. Но в середине XVII в. в ходе ремонтных работ мастер Борис Августов заделал промежутки между ними, оставив лишь бойницы, что мы и видим сегодня.

Архитектура зарайского кремля, предельно простая и строгая, подчинена исключительно оборонным задачам. Ограда толщиной до 3 м, высотой 9 м изнутри представляет собой аркаду и имеет два яруса боя, проездные башни прямоугольного сечения (Никольская, Егорьевская, Спасская) — три, а 12-гранные угловые (Казенная, где хранили оружие и боеприпасы, «Что у кабака», «Что у тайника» и самая высокая Караульная) — четыре. Все ворота были оснащены герсами — опускаемыми решетками.

«Боевое крещение» цитадель приняла в 1533 г., когда на город напало 40-тысячное войско крымских татар, и с честью выдержала испытание. В 1541 г. тех же врагов у ее стен разбил воевода Назар Глебов, через год — Петр Пронский, в 1551 г. — князь Дмитрий Прутков, а в 1570 г. — Дмитрий Хворостинин. Непрístupный кремль враги захватили лишь один раз — в 1608 г., в период государственного кризиса в нашей стране, называемого Смутным временем. Тогда поддерживавшие самозванного царя Лжедмитрия II польские интервенты под предводительством полковника

Александра Лисовского заняли Зарайск, разбив местный гарнизон и дружины добровольцев, прибывших ему на подмогу из Арзамаса и Рязани.

Как сообщает «Новый летописец»*, «Лисовский... московских людей побил наголову и многих живых взял, одних арзамасцев убили на том бою триста человек. Трупы же их Лисовский велел похоронить в одном месте, в яме, и сделал тут над ними для своей славы курган большой; и тот курган стоит и донныне». Его можно видеть и сейчас. В память о мужественных воинах в 1614 г. рядом возвели деревянную Благовещенскую церковь, а в 1777 г. ее сменила каменная.

В 1609 г. рязанское ополчение во главе с Прокопием Ляпуновым изгнало поляков из этих мест. А через год царь назначил сюда воеводой князя Дмитрия Пожарского**, вскоре завершившего борьбу с местными сторонниками Лжедмитрия II и выдворившего отсюда отряд переметнувшегося к врагам воеводы Исаака Сумбулова. В 1611 г. освободитель Зарайска со своей дружиной, сформированной из местных жителей, в составе Первого ополчения выступил на

*Новый летописец — летопись XVII в., давшая официальную концепцию истории России конца XVI — начала XVII в. Составлена на основании многих летописей и официальных источников предположительно около 1630 г. при дворе патриарха Филарета, отца первого русского царя из рода Романовых Михаила Федоровича (прим. ред.).

**См.: Л. Ляшенко. Во имя мира и согласия. — Наука в России, 2010, № 2 (прим. ред.).



Находка археологов
на Зарайской
палеолитической стоянке –
«Венера» из бивня мамонта.

Москву — помочь изгнать из нее интервентов, а затем возглавил Второе ополчение, в 1612 г. поставившее точку в освобождении столицы*. В память о тех днях в городе на Осетре в 2003 г. установили памятник-бюст национальному герою работы скульптора Юрия Иванова.

С течением времени Зарайск потерял оборонное значение, зато, находясь на перекрестке дорог из Москвы в Рязань и Тулу, превратился в оживленный торговый и ремесленный центр. В 1778 г. он получил герб и регулярный план застройки, ставший основой архитектурно-пространственной структуры исторического ядра. Старинный кремль перестал играть роль военного укрепления, и в 1789 г. в его восточной стене проделали Троицкие ворота — в наши дни основной вход на заповедную территорию. Надо сказать, помимо Никольского тут находится собор Иоанна Предтечи (ныне действующий). Теперешнее его здание возвели в 1901–1904 гг. на средства уроженца этих мест купца Алексея Бахрушина — благотворителя, много сделавшего для своей малой родины, коллекционера, покровителя искусств, создателя в Москве Театрального музея, в настоящее время носящего его имя**.

В 1918 г. был образован Историко-архитектурный, художественный и археологический музей «Зарайский кремль». Помимо уникальных памятников архитектуры, он включает экспозиции произведений декоративно-прикладного и изобразительного искусства XVII — начала XX в. отечественных и зару-

бежных мастеров: мебель, фарфор, стекло и бронзу, ткани, народную вышивку, кружева, крестьянскую одежду Рязанской губернии (здесьшний уезд входил в ее состав в 1778–1929 гг.), городской костюм XIX — начала XX в., скульптуру, живопись, графику.

Особенно интересен созданный в 1983 г. раздел музея «Русский портрет XVIII–XIX вв.». Экспонируемые в нем изображения представителей дворянства — значительная часть фамильной коллекции, составленной на рубеже XVIII–XIX вв. государственным деятелем, дипломатом, любителем искусств, коллекционером князем Александром Голицыным и в дальнейшем пополняемой его потомками. В 1800 г. это собрание картин увидела французская портретистка Элизабет Виже-Лебрен, вспоминая впоследствии, что «имела удовольствие обозреть очень хорошую галерею...».

А совсем рядом со старинным зарайским кремлем находятся свидетельства еще более давней истории: в 1980 г. здесь обнаружили стоянку эпохи верхнего палеолита возрастом около 23–17 тыс. лет — древнейшее поселение человека в современной Московской области, внесенное в реестр памятников истории и культуры федерального значения. С 1995 г. тут развернула комплексные работы экспедиция Института археологии РАН (Москва) под руководством члена-корреспондента РАН Хизри Амирханова. Коллекция ее находок чрезвычайно богата: сотни тысяч кремневых орудий и других изделий, черепа, множество лапок песка, по-видимому, украшавших меховую одежду, крупные кости мамонтов с декоративным орнаментом, нижние челюсти и бивни этих огромных животных, служившие здешним обитателям основным строительным материалом, и др.

*См.: А. Богданов. «Быть нам всем в совете и соединении...». — Наука в России, 2007, № 6 (прим. ред.).

**См.: О. Борисова. Энциклопедия русского театра. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).

Памятник Дмитрию Пожарскому.

Среди наиболее важных открытий — поразительно реалистичная статуэтка бизона из бивня мамонта, обнаруженная лежащей в яме-хранилище на специальном «постаменте», классическая «Венера» из того же материала, ожерелье из зубов песка. Однако никаких антропологических остатков пока не обнаружено. Ушли ли отсюда люди, и если «да», то почему, остается загадкой. Исследователи решили сохранить в нетронутом виде найденные сооружения, построенные нашими предками, оставить там некоторые крупные кости и законсервировать участок, где шли раскопки, стерильным песком, чтобы в будущем создать музей под открытым небом. Добавим: места здесь для изысканий благодатные — помимо палеолитической стоянки, сотрудники Института археологии РАН с 2003 г. изучают на территории города и несколько средневековых памятников.

Много интересного есть и в Зарайском районе. Так, в селе Дединове на берегу Оки была верфь, где в 1668 г. построили первый в России военный корабль (согласно западноевропейской типологии, фрегат), названный «Орел». Руководили работами боярин Афанасий Ордин-Нащокин и голландский судостроитель полковник Корнелиус Ван-Буковен — автор проекта, а претворяли его в жизнь голландец Ламберт Гельт вместе с русскими мастерами Яковом Полуктовым и Степаном Петровым. Лес для строительства заготавливали под Коломной, а железо, «самое доброе к корабельному делу», везли из Тулы и Каширы.

Двухпалубный красавец имел водоизмещение около 250 т, длину 24,5 м, ширину 6,5 м, осадку 1,5 м, был вооружен 22 пушками, экипаж же его составляли 22 матроса и 35 стрельцов во главе с голландским капитаном Бутлером. Основные правила службы, обязанности, взаимоотношения командира и остальных должностных лиц, наставления об их действиях во время стоянки, на ходу, в бою и т. д. определяли 34 «статьи артикульные», легшие в основу первого отечественного морского устава.

Примечательный факт: когда «Орел» строили, в приходно-расходных книгах появилась запись, свидетельствующая о начавшемся изготовлении вымпелов и «флага большого» из белой, синей и красной ткани, на который потом нашли изображение орла — российского герба. Вот почему многие ученые считают Дединово родиной нашего государственного символа.

Наконец в 1669 г. «Орел» вместе с яхтой, вооруженным стругом, двумя шлюпками отправился в Астрахань для охраны наших торговых судов на Каспийском море и через три с половиной месяца прибыл к месту назначения. Но во время крестьянской войны под предводительством Степана Разина (1670-1671 гг.) он оказался в руках восставших. По одной из версий, корабль сожгли, по другой — отправили в волжскую протоку Кутум, где он долго стоял в бездействии, пока не пришел в негодность.



Наиболее значительная достопримечательность Зарайского района — место, где оставил след великий писатель Федор Достоевский (1821-1881). В 1831 г. его отец, служивший тогда штаб-лекарем Мариинской больницы для бедных в Москве, купил здесь усадьбу с сенными покосами, пахотной землей, лесом, липовой рощей, садом и небольшим селом Даровое, а через два года — еще и соседнюю деревню Черемошню. В «это маленькое и замечательное место», как называл его сам мастер слова, семья выезжала на лето в 1832-1838 гг.

«Местность в нашей деревне была очень приятная и живописная, — вспоминал позднее младший брат писателя Андрей. — Маленький плетневый, связанный глиною на манер южных построек, флигелек для нашего приезда состоял из трех небольших комнаток и был расположен в липовой роще, довольно большой и тенистой. Роща эта через небольшое поле примыкала к березовому леску, очень густому и с довольно мрачною и дикою местностью, изрытою оврагами. Лесок этот назывался Брыково. <...> Лесок Брыково с самого начала очень полюбился брату Феде, так что впоследствии в семействе нашем он назывался Фединою рощею...»

Увиденное и пережитое здесь, по словам Федора Михайловича, оставило у него «самое глубокое и



Портрет купчихи в красном платье.
Неизвестный художник. XIX в.
 Историко-архитектурный, художественный
 и археологический музей «Зарайский кремль».



Портрет князя А. М. Голицына.
Живописец Савелий. 1786-1810 гг.
 Историко-архитектурный, художественный
 и археологический музей «Зарайский кремль».

сильное впечатление на всю жизнь». Именно среди этих лесов и полей родилась его влюбленность в природу, убеждение в огромном значении ее эстетического воздействия на человека. Однако Даровое и Черемошня связаны и с большой трагедией. В 1839 г. при неясных обстоятельствах тут умер отец писателя (согласно официальной версии — от апоплексического удара, но подозревали, что его убили крестьяне). Утрата произвела сильнейшее впечатление на Достоевского и в дальнейшем нашла отражение в его произведениях, прежде всего в романе «Братья Карамазовы» (1879-1880 гг.).

После 1838 г. писатель долгие годы не приезжал в Даровое, хотя в тяжелые минуты черпал душевные силы в воспоминаниях об общении с природой. Ему удалось там побывать лишь в 1877 г., почти через 40 лет: «...муж посетил самые различные места..., — вспоминала потом жена Достоевского. — Старики и старухи и сверстники, помнившие его с детства, радостно его приветствовали, зазывали в избы и угощали чаем. Поездка в Даровое доставила много воспоминаний, о которых муж по приезде передавал нам с большим оживлением...».

Деревянный господский дом стоит здесь и поныне. В 1920-х годах в нем устроили библиотеку, отправив

мемориальные вещи в столицу, в флигель Мариинской больницы (1803-1805 гг., архитектор Иван Жиларди по чертежам Джакомо Кваренги; ныне НИИ фтизиопульмонологии Первого московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова), где готовились к открытию первого музея писателя, состоявшемуся в 1928 г. А в Даровом в 1955 г. создали «комнату Достоевского», где экспонировались фотоматериалы, поступившие из Москвы.

Затем, в 1974 г., усадьба стала музеем республиканского значения, а в 1990 г. — филиалом Зарайского историко-художественного. Сейчас в нем можно познакомиться с экспозицией, посвященной пребыванию Достоевских в Даровом и Черемошне. Там сохранились другие старые постройки, в частности церковь Сошествия Святого Духа (1863 г.), где бывала семья писателя, липовая аллея, фруктовый сад, пруд. А у «Фединой рощи» с полувековыми дубами в 1993 г. ему установили памятник (скульптор Юрий Иванов), где начертано «Пророку — Отечество».

Иллюстрации предоставлены автором

«ДОЛГ — ОТЕЧЕСТВУ, ЧЕСТЬ — НИКОМУ»

Кандидат исторических наук
Надежда АУРОВА,
Институт российской истории РАН (Москва)

**Повседневность русского офицера
в конце XVIII — первой половине XIX в.
представляла особый тип жизни,
непосредственно связанный
с характером несения службы,
создававшей свою систему ценностей
и определенный тип мышления.**

ВОЙНЫ

Военное образование в России тех лет во многом было направлено на воспитание молодых людей в духе верности престолу. Зарождение тогда у нас специальных учебных заведений связано с императором Петром I*: в 1701 г. он основал в Москве Школу математических и навигацких наук (с 1715 г. — Акаде-

мия морской гвардии, впоследствии переведена в Петербург, а с 1752 г. преобразована в Морской Шляхетный кадетский корпус). В 1712 г. он же в Первопрестольной создал Инженерную школу, через 7 лет также переехавшую в город на Неве.

Но еще ранее по его указу в первые годы XVIII в. началась коренная реорганизация вооруженных сил страны. Важным шагом в создании регулярной армии стала организация потешных (позднее — гвар-

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



Портрет императора Павла I.
1797 г. Художник Степан Щукин.
Государственная Третьяковская галерея.

дейских) полков, откуда черпали офицерские кадры. Дело в том, что после Стрелецкого восстания 1698 г.* многие ранее существовавшие полки были ликвидированы. Взамен в 1699 г. сформировали 27 новых. В тот же период прочно устанавливается рекрутская повинность** как система комплектования армии.

Рекрутские наборы осуществляли почти ежегодно с 1774 г.; призывали мужчин от 17 до 30 лет. А в 1793 г. в отечественной армии вместо пожизненного был установлен 25-летний срок службы. Таким образом по

*Стрелецкий бунт — восстание московских стрелецких полков, вызванное тяготами службы в пограничных городах, изнурительными походами и притеснениями со стороны полковников. Бунт был жестоко подавлен (прим. ред.).

**Рекрут (от фр. *recruter* — набирать войско) — лицо, принятое на службу по воинской повинности или найму; термин был узаконен в 1705 г. Рекрутская повинность — способ комплектования вооруженных сил русской армии и флота до 1874 г. Введена Петром I в 1699 г., когда перед войной со шведами он велел произвести набор 32 тыс. солдат на новых началах. В первое время рекруты назывались по-прежнему даточными людьми (прим. ред.).

Жалованной грамоте дворянству 1762 г. последнее получило свободу от обязательной военной службы, но по-прежнему являлось офицерскими кадрами и для них это была пожизненная государственная обязанность.

Новая регулярная армия получила четкую систему организации, закрепленную воинским Уставом 1716 г. Она состояла из трех родов войск: пехоты, конницы и артиллерии. Лишь в ходе Северной войны 1700–1721 гг. со Швецией высшим объединением в России стала армия, делившаяся на дивизии и бригады. Последние состояли из двух, трех и более полков.

При Петре I была также создана система управления вооруженными силами. Ими ведали три учреждения: отдельно артиллерийская и военная канцелярии и комиссариат, занимавшийся снабжением и комплектованием армии. В 1719 г. организовали высший орган — Военную коллегию, в подчинении которой находился полевой штаб, возглавляемый генерал-квартирмейстером. В 1722 г. утвердили «Табель о рангах»*. Тогда же создали войсковые штабы и заложили основы Генерального штаба. Поэтому столь сильно реорганизованная русская армия показала самые высокие боевые качества во время Северной войны, а передовые формы ведения боя обусловили блестящие победы над Шведами (в 1708 г. — у деревни Лесная, в 1709 г. — под Полтавой).

Перед началом Семилетней войны (1756–1763 гг.)** сухопутные войска разделили на дивизии (корпуса) различной численности. Важное значение при этом получило формирование так называемой егерской пехоты***, впервые появившейся в России как раз к этому времени под руководством графа Петра Румянцева-Задубайского (1725–1796). А к концу XVIII в. она насчитывала уже 10 корпусов (против 7 в 1763 г.).

Крупнейшие отечественные полководцы XVIII в. — Петр Румянцева-Задубайский и генералиссимус Александр Суворов (1730–1800)**** внесли много нового в развитие системы обучения и воспитания войск. Теоретические основы ее были заложены Румянцевым-Задубайским в «Обряде службы» (1770 г.), принятым впоследствии в качестве устава армии, а также в его книге «Мысли» (1777 г.). Важным событием второй половины XVIII в. стало появление труда Суворова «Наука побеждать», сыгравшего важную роль в утверждении национальной системы образо-

*Табель о рангах («Табель о рангах всех чинов воинских, статских и придворных») — закон о порядке государственной службы в Российской империи (соотношение чинов по старшинству, последовательность чиновпроизводства); просуществовала с многочисленными изменениями вплоть до революции 1917 г. (прим. ред.).

**Семилетняя война — одна из самых масштабных в XVIII в. Шла в Европе, Северной Америке, странах Карибского бассейна, Индии, Филиппинах (прим. ред.).

***Егерские войска, егеря (от нем. *Jäger* — охотник) или стрелковые войска — легкая пехота (прим. ред.).

****А. Богданов. «Меч России». — Наука в России, 2011, № 1 (прим. ред.).

**Кавалерист-девица Надежда Дурова
в молодости. Автор неизвестен.**

вания военных кадров. Оба военачальника воспитывали в солдатах высокие воинские качества: любовь к Родине и императору, смелость, храбрость, мужество, стойкость, инициативу, находчивость. Вместо устаревших приемов и правил линейной тактики ввели гибкие формы боевых порядков: сочетание колонн с рассыпным строем. Поэтому не заставили себя ждать и заметные успехи: наши солдаты под руководством Суворова одержали много блестящих побед (при Фокшанах 1789 г., на реке Рымник в сентябре того же года, взятие крепости Измаил в 1790 г. в ходе Русско-турецкой войны 1787–1792 гг.; во время Итальянского похода в апреле–августе 1799 г., разбив французские войска на реках Адда и Треббия и при Нови и др.).

Итак, к началу XIX в. русская армия включала регулярные войска (полевые и гарнизонные) и иррегулярные (т.е. непостоянные — казачью конницу). Полевые части состояли из пехоты, конницы, артиллерии, инженерных войск. А ядром регулярной конницы считалась тяжелая — кирасиры, хотя с конца XVIII в. стала заметно выделяться еще роль драгун* и легкой кавалерии (гусары, уланы, конные егеря).

В период с 1806 по 1810 г. в армии провели дальнейшие организационные изменения — дивизии свели в корпус (1810 г.), ставшие высшими как в пехоте, так и в коннице. В 1815 г. все артиллерийские части объединили уже в бригады, примыкавшие к дивизиям. В 1802 г. создали Военное министерство, а в 1812 г. провели реформу полевого управления войск и упорядочили штабную службу. В 1827 г. был восстановлен Генеральный штаб (в 1797–1827 гг. он именовался свитой его величества по квартирмейстерской части). Тогда же стали привлекать воинские резервы, которым фельдмаршал Михаил Кутузов (1745–1813) придавал большое значение.

Саму же боевую подготовку проводили по уставам и наставлениям. В ходе Отечественной войны 1812 года** армия под руководством Кутузова показала свое высокое мастерство: она блестяще выполнила все замыслы полководца и высоко подняла военную славу страны (сражение при Бородино и др.).

Военные походы, учения и сборы — это неотъемлемая часть жизни русского офицерства рассматриваемой эпохи. Известны их воспоминания того времени («Дневник» 1812 г. Александра Чичерина, «Путевые журналы» Александра Черткова и инженер-генерала Андрея Лехнера). Особенно много места отведено в них битвам с французами в 1805–1807 гг. и Отечественной войне 1812 года, т.е. знаковым событиям европейской истории той эпохи. Словом, неизменное внимание к своему боевому прошлому характерно

*Драгуны (от франц. *dragon*, буквально «дракон») — название конницы, способной действовать и в пешем строю. В прежние времена под этим словом понималась пехота, посаженная на лошадей (прим. ред.).

**См.: Ю. Бужилова. Немые свидетели краха Наполеона. — Наука в России, 2009, № 4 (прим. ред.).

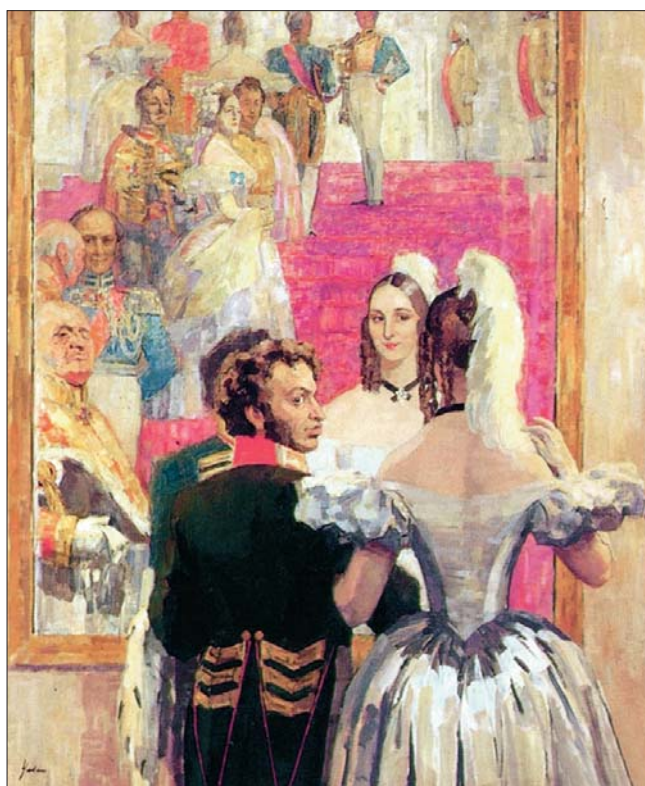


для большинства российских офицеров, ибо их сущность можно определить как предназначение «человека, созданного для войны».

ПАРАДЫ

Если участие в сражениях и в подготовках к ним открывало возможность для личной инициативы, то парад был его противоположностью — он строго регламентировал поведение каждого человека. Центром становилась личность командующего — со времен Павла I (1754–1801) это был император. Он фанатично любил их, и эта привязанность передавалась его сыновьям — Александру I, Николаю I, великим князьям Константину Павловичу и Михаилу Павловичу. Последнему принадлежит знаменитое выражение «война портит солдат». Имелось в виду, что во время боевых действий как раз нарушается «однообразная красота», присущая действиям солдат и офицеров на парадах, отточенность движений, т.е. рушится сам установленный порядок.

Итак, при Павле I вахтпарад (ежедневная смена караула) принял статус государственного. Ведь раньше, в екатерининскую эпоху (1762–1796 гг.), он был капральским делом. И лишь ее наследник стал ежедневно присутствовать на церемониях, обращая вни-



Картина «Пушкин с женой перед зеркалом на придворном балу». Художник Н.П. Ульянов. 1936 г. Зеленый зал Всероссийского музея А.С. Пушкина на Мойке (Санкт-Петербург).

мание на тщательность выправки, стройность рядов, четкость выполнения команд. За успешное участие в разводах бывали щедрые поощрения.

Александр I (1801-1825 гг.) продолжил традиции проведения учений и парадов, заложенные его отцом, и оказался таким же поклонником шагистики. Как и раньше, широко применяли «экзерции» (от лат. *exercitium* — упражнение, т.е. строевые упражнения) и «эволюции» (военные тактические и стратегические движения армии или флота). Учения проводились ежедневно, кроме летних месяцев (когда солдат отпускали либо на «вольные» работы, либо в отпуск), и проходили на плацу перед казармой, в манежах или на одном из городских полей. Зимой, бывало, роту какого-нибудь полка муштровали в большой дворцовой зале под присмотром непосредственно самого императора. Ежедневные упражнения чередовали со смотрами, их назначали регулярно то одному полку, то другому, а то и сразу нескольким.

Парады устраивали по различным поводам — в день рождения императора и императрицы, по церковным праздникам — на Рождество, на Крещение, в годовщину вступления русских войск в Париж (Отечественная война 1812 года), по случаю приезда иностранных монархов или вступления в брак августейших особ. Они привлекали множество зрителей.

Грандиозными парадами были те, что разворачивались на Марсовом поле или на Дворцовой площади в Санкт-Петербурге, где выстраивали 20-30 тыс. солдат — пехоту, конницу и артиллерию. Придерживались определенного распорядка: сперва — торжест-

венный молебен, затем — преклонение знамен, бой барабанов, церемониальный марш. Кстати, и зимой солдаты маршировали на смотрах и парадах в одних мундирах. Если было ниже 10°C мороза, то к месту они следовали в шинелях, а затем их снимали и складывали позади фронта.

БАЛЫ

Неотъемлемой частью повседневной жизни офицеров (особенно молодежи) рассматриваемой эпохи в России считали и участие в балах. Для столичных — это обязательные придворные балы. Как вариант — маскарад или костюмированная конная карусель, особенно популярная в николаевскую эпоху. На маскарады военные, обладавшие хорошей выправкой, предпочитали облачаться в лезгинские и чеченские костюмы, чтобы, по замечанию одного из современников, еще больше подчеркнуть свою «осиную талию».

На бал было предписано являться в определенной форме одежды. Так, в первой четверти XVIII в. она состояла из виц-мундира, присвоенного полку, коротких кюлот*, чуть ниже чашки колена штанов из тонкого белого сукна, белых шелковых чулок и черных туфель, иногда лакированных и с пряжками.

Офицеры, собираясь танцевать, должны были являться без шпор, а шпагу оставлять с верхней одеждой. Войти в зал в шпорах — значит показать: сегодня я танцевать не намерен (правда, иногда военные щеголи нарушали это правило). В прическах также не допускались вольности. Военные обычно были хорошими танцорами, ведь этому искусству их учили с детства — в Пажеском и Кадетских корпусах оно было обязательным предметом. Известно, что большой любительницей балов была знаменитая «кавалерист-девица» Надежда Дурова (1783-1866)**, танцевавшая на балах мужскую партию.

Особенно желанными кавалерами на раутах были офицеры в губернских и уездных городах, куда они прибывали при расквартировании полков. В провинции бал воспринимался иначе и самими военными — часто он бывал для них практически единственным развлечением, кроме чтения книг, карточной игры и полковых обедов, устраиваемых в складчину.

КАРТОЧНЫЕ ИГРЫ И ДУЭЛИ

Карточные игры, с которыми пробовал бороться еще император Петр I, не прекращались ни при

*Кюлоты, или бриджи (от англ. breeches) — короткие брюки до колен, плотно охватывающие ноги; узкие, длинные шорты. Исторически (в XVI-XVIII вв.) часть стандартного западноевропейского мужского костюма; в более поздние времена носили с высокими сапогами и использовали для верховой езды (прим. ред.).

**Первая в русской армии женщина-офицер, герой Отечественной войны 1812 года и писатель, чье творчество ценил сам великий Александр Пушкин (прим. ред.).

**Стела на месте дуэли Константина Чернова
и Владимира Новосильцева
в парке Лесотехнической академии,
Санкт-Петербург. Фото 2009 г.**

Павле I, ни при Александре I. Постепенно этот вид развлечений получил повсеместное распространение — он стал популярным не только среди придворного офицерства, но и в провинциальных армейских полках, в круге декабристов*.

Вспомним, карточная игра офицеров становится одним из самых популярных сюжетов в художественной литературе конца XVIII — первой половины XIX в. (повести «Выстрел» (1831 г.), «Пиковая дама» (1834 г.) Александра Пушкина и др.).

Но особое место в образе жизни русского офицера рассматриваемой эпохи отводили дуэли (от франц. *duel* — «поединок», «борьба двух») — строго регламентированный кодексом поединков между двумя людьми, цель которого — удовлетворить желание одного из них (вызывающего на дуэль) ответить за нанесенное ему или его чести оскорбление с соблюдением максимально честных и равных условий боя.

Известно, что в Россию как обычай такой поединок пришел с Запада. Однако и там он существовал не всегда: время его зарождения можно отнести к эпохе позднего средневековья (т.е. примерно к XIV в.), когда окончательно сформировалось и расцвело рыцарское сословие — предшественник дворянства — с его понятиями о чести, во многом чуждыми простолюдину или купцу. В XVI в. дуэли приняли уже такой угрожающий размах и уносили столько жизней, что европейские монархи начали бороться с ними.

Дуэль в нашей стране ни в коем случае нельзя отнести к развлечениям, хотя среди офицеров были и «записные дуэлянты», для которых она стала образом жизни. К самым известным из них можно отнести легендарного бретера, неординарную личность той эпохи, графа Федора Толстого-«Американца» (1782-1846), на счету которого было 11 убитых им человек; капитана Нижегородского драгунского полка, декабриста-литератора Александра Якубовича (1792-1845), печально прославившегося прежде всего в знаменитой «четверной дуэли» (по два соперника соответственно) — классический пример «романтической» дуэли из-за балерины Авдотьи Истоминой (1799-1848) между графом Александром Завадовским и офицером Кавалергардского полка Василием Шереметевым, а также упомянутым Александром Якубовичем и писателем и послом Александром Грибоедовым (1795-1829), поводом к которой послужила ревность.

Правительство пыталось противостоять дуэлям. Так, 139-й воинский артикул, принятый в 1715 г. императором Петром I, строго воспрещал их между офицерами, причем казни через повешение подле-

*Декабристы — участники российского дворянского оппозиционного движения, члены различных тайных обществ второй половины 1810-х — первой половины 1820-х годов, организовавшие антиправительственное восстание 14 декабря 1825 г. (прим. ред.).



жал также и погибший на дуэли: «Все вызовы, драки и поединки чрез сие наихудейшим образом запрещаются <...> Кто против сего учинит, оный всеконечно, как вызыватель, так и кто выйдет, имеет быть казнен, а именно повешен, хотя из них кто будет ранен или умерщвлен, или хотя оба не ранены от того отойдут. И ежели случится, что оба или один из них в таком поединке останется, то их и по смерти за ноги повесить».

Практика поединков получила распространение среди дворянской молодежи в царствование императрицы Екатерины II*, что побудило последнюю издать в 1787 г. «Манифест о поединках», который называл их чужестранным насаждением: участникам (включая секундантов) поединка, окончившегося бескровно, устанавливался в качестве наказания денежный штраф, а обидчику — пожизненная ссылка в Сибирь; за причинение вреда здоровью и жизни на-

*См.: Л. Манькова. «Золотой наукам век...» — Наука в России, 2004, № 2 (прим. ред.).



Портрет Михаила Лермонтова.
1837 г. Художник Петр Заболот(т)цкий.
Государственная Третьяковская галерея.

казание назначалось как за соответствующие умышленные преступления.

Однако несмотря на то, что постановления императрицы вошли как действующее узаконение в Свод законов 1832 г., на деле они не применялись. А в первой половине XIX в. практика, вопреки жестокому преследованию, продолжала всюю расширяться. Основная причина была в следующем: правительство считалось с мнением дворянского сословия, видевшего в дуэли право и способ привилегированной защиты чести, данный благородному сословию, и самой сильной мерой наказания за нее употребляло разжалование в солдаты, обычно заменяемое переводом из гвардии в армейские полки. А дворянская молодежь, верная присяге и престолу, не допускала вмешательства государства в дело чести. Пожалуй, позднее эту формулу емко и сжато выразил генерал Лавр Корнилов (1870-1918) в своем жизненном кредо: «Душа — Богу, сердце — женщине, долг — Отечеству, честь — никому».

Напомним: великий русский поэт Михаил Лермонтов за дуэль с де Барантом в 1840 г. был приговорен к лишению чинов, дворянства и разжалованию в рядовые, но сам же военный суд ходатайствовал о замене этого наказания трехмесячным арестом на гауптвахте и переводом в том же чине на Кавказ, в армейский полк. При этом нельзя сказать, что Лермонтов пользовался особой любовью императора Николая I — последний считал его беспокойным и нена-

дежным офицером. Кстати, подобному наказанию был подвергнут впоследствии и майор в отставке Николай Мартынов (1816-1876), убивший на дуэли молодого поэта в 1841 г.

Своего апогея поединки достигли в первой половине XIX в. Их запрещение было подтверждено в изданных при Николае I «Своде законов уголовных» (1832 г.) и «Уставе военно-уголовном» (1839 г.), обязывавшем воинских начальников «стараться примирять ссорящихся и оказывать обиженному удовлетворение взысканием с обидчика». Однако ничто не помогало. Более того, дуэли в России отличались исключительной жесткостью условий неписаных кодексов: дистанция колебалась от 3 до 25 шагов (чаще всего 15 шагов), встречались даже поединки без секундентов и врачей, один на один, нередко дрались до смертельного исхода, порой стрелялись, стоя поочередно спиной у края пропасти, чтобы в случае попадания противник не остался в живых (вспомним поединок Печорина и Грушницкого в повести Лермонтова «Княжна Мэри» из романа «Герой нашего времени»). При таких условиях нередко погибали оба противника (как это было в 1825 г. на известной дуэли флигель-адъютанта Владимира Новосильцева и члена Северного тайного общества декабристов Константина Чернова). Кроме того, командиры полков, формально следуя букве закона, фактически сами поощряли в офицерской среде такое чувство чести и под разными предлогами освобождались от тех офицеров, которые отказывались драться на поединке.

Хотя лично император Николай I относился к этой практике с отвращением, известны следующие его слова: «Я ненавижу дуэль. Это — варварство. На мой взгляд, в ней нет ничего рыцарского. Герцог Веллингтон уничтожил ее в английской армии и хорошо сделал». Но именно на 20-40-е годы XIX в. приходятся громкие противостояния великого поэта Александра Пушкина* с Дантесом, Кондратия Рылеева (1795-1826) с князем Александром Шаховским (1777-1846), а также упомянутые выше поединки Грибоедова с Якубовичем и Лермонтова с де Барантом и Мартыновым.

*См.: А. Гуревич. Русская критика о Пушкине: драма непонимания. — Наука в России, 1999, № 6 (прим. ред.).

«ВЕРСАЛЬ НА ЯУЗЕ»

Ольга БОРИСОВА, журналист

**Первые письменные свидетельства о появлении
на нынешней территории Москвы района,
где жили иноземцы, — Немецкой слободы — относятся к XVI в.:
царь Иван IV Грозный к востоку от Кремля,
между рекой Яузой и ручьем Кукуем, поселил пленников,
захваченных в ходе Ливонской войны 1558-1583 гг.
(Русь вела ее с Великим княжеством Литовским, Швецией,
орденом меченосцев и др. за прибалтийские территории).
В ту пору это было предместье столицы,
и никто не мог представить, что спустя столетие
оно окажется центром политической жизни государства.**

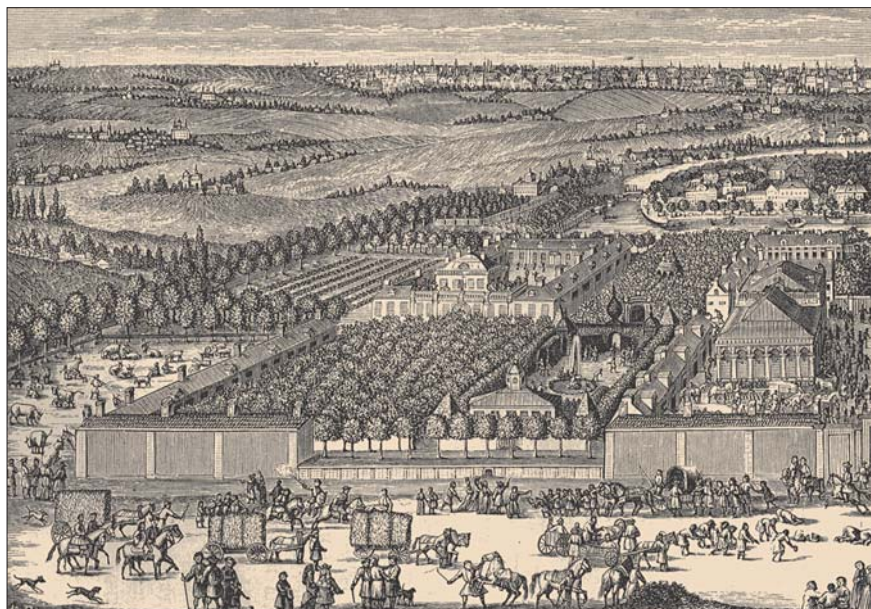
Здесь селились чужеземные купцы, ремесленники, офицеры-наемники. И попав в 1690-е годы в их среду, приобщаясь к европейской культуре, царь Петр I постепенно пришел к мысли о необходимости масштабных преобразований России, экономическое и военное отставание которой от западных стран угрожало ее суверенитету. Молодой государь познакомился со многими жителями Немецкой слободы, но особое его расположение заслужил добродушный весельчак швейцарец Франц Лефорт, состоявший в Москве на военной службе. Как вспоминал впоследствии его соотечественник капитан Сенебье, не было в Москве «иностранца, который пользовался бы таким могуществом. Он приобрел бы большое состояние, если бы не был так великодушен. Верно, конечно, что благодаря этому качеству он достиг такой высокой ступени».

В 1697-1698 гг. на правом берегу Яузы по велению Петра I для его любимца возвели дворец (архитектор, или, как тогда его именовали, мастер каменных дел, Дмитрий Аксамитов). Однако вскоре Лефорт скончался, и хоромы перешли к другому сподвижнику царя-реформатора — Александру Меншикову. В 1707-1709 гг. по желанию нового хозяина итальянский зодчий Джованни Марио Фонтана перестроил

здание, присоединил к нему арками двухэтажные корпуса и добавил монументальные парадные ворота. Именно таким ансамбль предстает перед москвичами и гостями столицы в наши дни (в нем размещается Российский государственный военно-исторический архив).

В этом же предместье жила и Анна Монс, «иноземка, дочь виноторговца, — отмечал в книге «Идеалисты и реалисты» (1878 г.) писатель и историк Даниил Мордовцев, — девушка, из любви к которой Петр особенно усердно поворачивал старую Русь лицом к Западу и поворачивал так круто, что Россия доселе остается немножко кривошейкою». Кстати, сохранились палаты фан дер Гульста, где государь бывал у своей «кукуйской царицы» (как в народе ее называли), построенные во второй половине XVII в., — ныне самый старый из уцелевших домов в Немецкой слободе.

В XVIII в. земли вдоль Яузы стали излюбленным местом российских монархов. Однако многие сооружения, даже грандиозные императорские резиденции, тогда возводили из дерева, и бушевавшие нередко в городе пожары их не щадили. В сохранившихся же каменных зданиях той поры, как и в вышеупомянутом дворце, в настоящее время находятся различные учреждения. Так что в состав Московского госу-



Немецкая слобода.
С гравюры Генриха де-Витта.
Начало XVIII в.

Франц Лефорт.
Гравюра XVII в.

дарственного объединенного музея-заповедника*, сформированного в 2005 г. на базе усадеб Коломенское, Люблино, Измайлово, из здешних памятников прошлого входит лишь Лефортовский парк, один из самых знаменитых в Европе и первый регулярный в России (датой его рождения считается 1703 г.).

Живописный зеленый массив на левом берегу Яузы, свидетель многих событий в жизни государства, сам знавал и взлеты, и падения. В начале XVIII в. тут было поместье боярина Федора Головина, входившего в число самых доверенных людей государя-реформатора. Владелец разбил на этих землях замечательный сад — прообраз многих парков Санкт-Петербурга, «уголок Европы в Москве», облик которого сформировался во многом благодаря увиденному им за границей во время Великого посольства**.

В 1706 г. вельможа скончался, и шесть лет спустя Петр I купил у его наследников все имение с прилегающими дворами, пожелав превратить его в новый репрезентативный центр и дав подробные указания по обустройству территории: «выкопать каналы, а изровняв землю..., насадить дикого лесу, а именно липы, клену, вязу, ясеню..., орешнику... Все каналы и пруды обить сваями... чтоб из воды их не знать было... Сделать крытую дорогу через дерево липу и клен... Сделать грот и по обе стороны каменную стену...». Столь ответственное дело царь поручил... своему лейб-медику голландцу Николаю Бидлоо.

Чем обусловлен столь странный, на первый взгляд, выбор? Надо сказать, это был не только талантливый врач, но и рисовальщик, философ, анатом. К тому

*См.: О. Базанова. Царская вотчина. — Наука в России, 2011, № 1; она же: Райский уголок. — Наука в России, 2011, № 2 (прим. ред.).

**Великое посольство — русская дипломатическая миссия 1697–1698 гг. в Западную Европу. Предпринята Петром I с целью укрепления и расширения союза России с рядом стран для борьбы с Турцией за северное побережье Черного моря, для приглашения на русскую службу специалистов, заказа и закупки вооружения и т. д. (прим. ред.).



ФРАНЦЪ ЯКОВЛЕВИЧЪ ЛЕФОРТЪ.

Съ весьма рѣдкаго портрета, гравированнаго въ Амстердамѣ въ 1698 году Шенкомъ.



**Лефортовский дворец –
в настоящее время Российский государственный
военно-исторический архив.**

**Главный военный
клинический госпиталь
им. Н. Н. Бурденко.**



же он обладал разносторонним образованием, в частности в области архитектуры, и применил свои познания прежде всего при обустройстве собственной усадьбы, находившейся там же, в Лефортове (землю венценосный пациент пожаловал доктору в 1710 г. и очень любил бывать в его саду, напоминавшем западноевропейские). Но не меньшее значение имели организаторские способности Николая Ламбертовича, как называли его в России, ярко проявившиеся при создании по его же инициативе первого в стране государственного медицинского учреждения, где лечили, причем за казенный счет, солдат и офицеров. Согласно указу государя от 1706 г. надлежало «построить за Яузою-рекою против Немецкой слободы в пристойном месте гошпиталь для лечения болящих людей... А у того лечения быть доктору Николаю Бидлоо, да двум лекарям, Андрею Репкину, а другому – кто прислан будет».

Сначала госпиталь разместили в деревянном здании, а ансамбль, который мы видим сегодня, возвели в 1798–1802 гг. по проекту Ивана Еготова (ныне Главный военный клинический госпиталь им. Н. Н. Бурденко). Во время Отечественной войны 1812 года он принял свыше 17 тыс. раненых и больных, в Первую мировую войну 1914–1918 гг. – около 400 тыс., активно работал и во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Добавим: в конце XIX в. здесь трудились такие светила хирургии, как Николай Склифосов-

ский, Николай Пирогов (член-корреспондент Петербургской АН с 1847 г.)*.

Тем же указом Петра I при госпитале учредили первый в стране анатомический театр, организовали музей и аптекарский огород с лекарственными растениями. Но, пожалуй, самым важным событием для отечественной науки и клинической практики было открытие здесь хирургической школы на 50 учеников, положившей начало формированию у нас кузницы врачебных кадров (на ее основе во второй половине XVIII в. сформировали медицинский факультет Московского университета). Всем комплексом руководил Бидлоо, сумевший превратить его в высококласное для того времени лечебное учреждение.

Вот такому человеку кипучей энергии и многогранного дарования царь поручил обустройство Головинского сада (так тогда называли Лефортовский парк). В 1723 г. голландский доктор подготовил план, предусматривавший устройство здесь нескольких водоемов с островками, мостиков, каскадов, аллей, партер (открытых участков с газонами, цветниками и низким декоративным кустарником по периметру), гротов, беседок. Над претворением в жизнь всего задуманного трудились около 1000 солдат Московского гарнизона: вели земляные работы, сажали деревья, укрепляли берега бревенчатыми конструкциями в

*См.: А. Григорьев, Н. Григорьян. «Чудесный доктор». – Наука в России, 2010, № 6 (прим. ред.).



Военный госпиталь в Лефортово.
Гравюра XVIII в.

Беседка с бюстом Петра I.



виде вертикально вбитых свай, срубов, затем засыпали их грунтом, песком, а кое-где выстлали камнем (что подтвердили раскопки, проведенные в конце 1990-х — начале 2000-х годов).

Особенно понравилась императору созданная по замыслу Бидлоо система каналов, прудов, фонтанов. Как писал видный историк конца XIX в., член-корреспондент Петербургской АН с 1876 г. Николай Костомаров, «у Петра Великого было... пристрастие к воде. Плавать по воде, направлять воду так, чтоб она приносила человеку пользу и не причиняла вреда — то были излюбленные занятия Петра». И заветной его мечтой было соединить обе российские столицы речными путями. В память об этом в Лефортовском парке в 1805 г. установили полукруглую беседку (архитектор Иван Егоров) с восемью высокими стройными гранитными колоннами и бюстом царя-реформатора, где начертаны его слова: «Труды моего Миниха сделали меня здоровым. Я надеюсь некогда ехать вместе с ним водою из Петербурга в Москву и выйти на берег в Головинском саду».

Поясним: речь идет о генерал-фельдмаршале Христофоре Минихе, немце по рождению, в 1721–1767 гг. верой и правдой служившем России как непобедимый военачальник и искусный инженер. Именно он занимался устройством судоходства на Неве, прокладкой дорог, строительством Балтийского порта, сооружением первого обходного Ладожского канала (1723–1728 гг.), с ним связывал царь и надежды на прокладку водной магистрали между Москвой и Петербургом. Что же касается увековечившей эту мечту изящной беседки, то ее судьба оказалась непростой, как и самого Лефортовского парка. К сожалению, ее разрушил ураган 1904 г., причинивший Первопрестольной много бед (от него сильно пострадал и другой нынешний филиал Объединенного музея-заповедника — усадьба Люблино). А та, что стоит сегодня, — сооруженная в том же году и недавно отреставрированная копия утраченной.

Со смертью Петра I в 1725 г. на некоторое время забыли о чудесном Головинском саду (от планировки Бидлоо в нем до наших дней сохранился мост-плотина между прудами и проходящая по нему главная аллея). Зато по вхождении на престол Анны Иоанновны в 1730 г. начался новый этап его истории. Именно здесь императрица пожелала устроить главную резиденцию, для чего пригласила архитектора итальянского происхождения Франческо Бартоломео Растрелли. Он спроектировал великолепный дворцово-парковый ансамбль, подобный построенному в 1715–1724 гг. в Петергофе (пригороде Петербурга) и прозванный очевидцами «Версальем на Яузе».

Тут произрастали различные виды лип, кленов, яблонь, груш, слив, вишен, а в теплицах — гранатовые, лимонные, померанцевые, кофейные и другие деревья, яркими красками переливались умело высаженные цветы. Повсюду радовали глаз фонтаны, бассейны, каналы, лестницы, беседки. Одним из главных сооружений был каскад — необычайно нарядная подпорная стенка, оформленная колоннами, пандусами,



Грот Растрелли.

Екатерининский дворец
(ныне Общевоинская академия
Вооруженных Сил РФ).

Лефортовский мост.

вазами, нишами с помещенными в них скульптурами и пр. Увы, время оказалось безжалостным к здешним творениям итальянского мастера, но от былого великолепия, к счастью, остался возведенный им грот, один из главных памятников Лефортовского парка — из красного кирпича и натурального камня, с белыми колоннами, покрытыми резными украшениями.

С отъездом Анны Иоанновны в Петербург активно начатые работы замедлились, сад без должного ухода стал приходить в запустение. Очередную его реконструкцию развернули в начале 1740-х годов, с воцарением Елизаветы Петровны. Впрочем, и она редко бывала в Лефортове, реставрация шла медленно, здания неуклонно ветшали. А череда по-

жаров 1750-1753 гг. довершила дело. В дальнейшем были попытки поддержать «Версаль на Яузе», но в 1771 г. сгорела его последняя дворцовая постройка. Между тем следующая правительница России, Екатерина II, вскоре повелела начать возведение там новой резиденции.

Грандиозный Екатерининский дворец с протяженными фасадами и самым большим в городе 16-колонным портиком — яркий образец русского классицизма*. В его проектировании участвовали москов-

*См.: З. Золотницкая. Благородная простота и величественное спокойствие. — Наука в России, 2009, № 3; портик — ряд колонн или полуколонн, помещенный перед фасадом здания, характерный элемент классицистических построек (прим. ред.).



**Слободской дворец
(ныне главное здание
Московского государственного
технического университета
им. Н. Э. Баумана).**

В Лефортовском парке.



ский архитектор Карл Бланк, итальянцы Антонио Ринальди, Джакомо Кваренги и др. Величественное сооружение заложили в 1773 г. и завершили строительство лишь через 25 лет (в настоящее время там находится Общевойсковая академия Вооруженных Сил РФ). А неподалеку в 1777–1781 гг. по проекту Семёна Яковлева возвели каменный Дворцовый мост через Язу — ныне Лефортовский, старейший в столице (реконструирован в 1940 г.).

На противоположном берегу еще в 1749–1750 гг. по проекту Дмитрия Ухтомского, Ивана Мичурина, Карла Бланка неподалеку от Лефортовского был сооружен дворец канцлера графа Алексея Бестужева-Рюмина (впоследствии получивший название Слободского). В 1787 г. его хозяином стал другой влиятельнейший придворный — князь Александр Безбородко. Он привлек к перестройке своих новых владений лучших архитекторов — Джакомо Кваренги и Матвея Казакова, а по окончании работ констатировал: «Дом мой отделан и теперь в городе первый». По-видимому, он был прав. Не случайно в дневнике посетившего Москву в 1797 г. польского вельможи Станислава Понятовского читаем: «многие путешественники, которые имели случай видеть Сен-Клу (в 1572–1870 гг. главная резиденция французских монархов. — *Прим. ред.*) в то время, когда он совсем отделан был для... королевы, утверждают, что в украшении Безбородкина дворца и большее пышности и более вкусу».

В Отечественную войну 1812 года здание сильно пострадало от пожара, и 14 лет спустя вдовствующая императрица Мария Федоровна поручила архитектору Дементию Жилярди возродить его к жизни, чтобы устроить тут мастерские Императорского воспитательного дома. Так в Немецкой слободе появился образец ампира — позднего классицизма, украшенный многофигурной скульптурной группой Ивана Витали «Минерва» (ныне главный корпус

Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана).

Живописные водоемы, старинные липы (по преданию, некоторые сажал сам Петр I), великолепные дворцы вокруг Головинского сада придают неповторимый облик этому району столицы, более двух веков назад полюбившемуся государю-реформатору, а затем его преемникам, — уголку XVIII в. посреди современной Москвы. В 1999–2003 гг. в Лефортовском парке прошли крупномасштабные раскопки под руководством главного археолога Москвы Александра Векслера. Они позволили получить важные научные сведения о некогда созданной здесь системе прудов и каналов, садово-парковой архитектуре. А геофизические и палеогеографические исследования дали возможность изучить функционирование водоемов. Словом, удалось обеспечить базу для последующего восстановления уникального природного памятника.

Иллюстрации предоставлены автором

НОВЫЙ ШАГ В ПОЗНАНИИ ОКЕАНА



Рудольф БАЛАНДИН, геолог

Изучение океанов — сложнейшая задача. Если на суше геолог имеет возможность детально обследовать территорию, заложить более или менее плотную сеть скважин, в том числе глубоких, то безбрежные водные пространства в этом отношении остаются во многом «аква инкогнита».

Такое определение прежде всего применимо к Тихому океану — крупнейшей (площадь с морями 178,6 млн км²) и самой загадочной структуре нашей планеты. Хотя за последние десятилетия учеными, в том числе российскими, добыты ценные сведения о структурах и горных породах его дна.

Они приведены и обобщены в фундаментальной работе доктора геолого-минералогических наук Бориса Васильева «Геологическое строение и происхождение Тихого океана» (Владивосток: «Дальнаука», 2009).



Атолл в Тихом океане – вершина подводного вулкана.



Скалистые бастионы острова Аскольд (Японское море).

Исследовать дно Тихого океана начали немногим более столетия назад. Первую сводку о его состоянии по материалам кругосветной экспедиции английского научно-исследовательского судна «Челленджер» опубликовал в конце XIX в. шотландский океанолог Джон Мёррей (иностраный член-корреспондент Петербургской АН с 1897 г.), сделавший глобальные обобщения. В частности, он выделил «тектоносферу» (аналог современной астеносферы, слоя пониженной твердости и вязкости в верхней части мантии Земли), отметил существование на дне океана огромных плит, разделенных «линиями сбросов и разрывов, вдоль которых происходит вулканическая деятельность и выходы газов».

Мёррей пришел к выводу: более реально предположить перемещение материковых масс или отрыв Луны от Земли, «чем признать теорию, что целые материи исчезли под ложем нынешних океанов». Теорию дрейфа материков чуть позднее (1912 г.) предложил немецкий геофизик Альфред Вегенер.

Дальнейшее изучение дна Мирового океана и геологии его окраин продолжали многочисленные зарубежные и отечественные экспедиции (в СССР наибольший успех выпал на долю исследовательского судна «Витязь» — флагмана советского экспедиционного флота в 1949–1968 гг.). Этой проблеме посвятили труды известные отечественные ученые-геологи академики Петр Кропоткин, Юрий Пушаровский, член-корреспондент АН СССР Михаил Муратов, члены-корреспонденты РАН Лев Красный, Глеб Удинцев, доктор геолого-минералогических наук Ивар Мурдмаа и многие другие. Основательную сводку, посвященную геологии дна Тихого океана, составил американский ученый Генри Менард в 1964 г. Тогда использовались преимущественно геофизические методы.

На основе полученных данных во второй половине XX в. сформировалась новая теория — глобальная

тектоника литосферных плит*. Она предполагает перемещение по астеносфере гигантских плит земной коры, из которых океанические «подныривают» под континенты в отдельных зонах. За последние четыре десятилетия она стала ведущей в геотектонике.

В естествознании, как известно, практика — критерий истины. Но привела ли данная теория к практическим успехам в решении двух важнейших практических задач — выработке системы научного прогноза землетрясений и эффективных методов поиска полезных ископаемых? Увы, этого сделать не удалось.

Конечно, данная теоретическая концепция сыграла определенную положительную роль в науках о Земле. Оценивая ее, геолог академик Юрий Косыгин еще в 1969 г. предлагал относиться к ней, как и каждой научной гипотезе, «бережно и ценить ее как инструмент познания, но нельзя делать из нее фетиш...». А двумя десятилетиями позднее его коллега член-корреспондент АН СССР Владимир Белоусов по этому поводу писал: «Здесь мы сталкиваемся с хорошо известным в истории науки парадоксом, когда неверная по существу идея играет положительную роль в научном прогрессе, привлекая внимание новых категорий исследователей и способствуя разработке более совершенных методов».

Если глобальная тектоника плит в принципе верна, но все еще находится в стадии становления, тогда остается только создать очередную модель, наиболее адекватно отражающую реальность. Хотя не исключено, что эта теория имеет коренные дефекты**.

Обоснованный ответ на данный вопрос требует осмысления новейших фактов о геологическом строении Тихого океана и его окружения (как показал опыт бурения в 1970–1990 гг. Кольской сверхглубокой скважины (12 262 м), интерпретация разреза по

*См.: В. Трубицын. Глобальная тектоника плит: новый поворот? — Наука в России, 2003, № 2 (прим. ред.).

**См.: Н. Павленкова. Незыблемые бастионы континентов. — Наука в России, 2005, № 1 (прим. ред.).



**Научно-исследовательское судно «Академик Лаврентьев»
Дальневосточного отделения РАН.**



Морские геологи за работой.

геофизическим данным далеко не всегда подтверждается материалами бурения). Ведь если рассматривать крупнейшие планетные структуры в контексте истории литосферы, каменной оболочки планеты, то континентам «противостоит» именно эта гигантская заполненная водой впадина.

Вот почему вызывает большой интерес фундаментальная работа главного научного сотрудника лаборатории региональной геологии и тектонофизики Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН Бориса Васильева «Геологическое строение и происхождение Тихого океана». Как пишет в предисловии к книге член-корреспондент РАН Владимир Сахно (Институт геологии ДВО РАН): «В основу работы положены результаты исследований автора, полученные в годы интенсивного изучения Тихого океана. Начиная с шестидесятих годов прошлого столетия и до начала нового тысячелетия, Б.И. Васильев был постоянным руководителем исследований на судах научного флота Дальневосточного отделения РАН... Материалы, представленные в монографии, уникальны».

Следует добавить: в данном научном труде приводятся также многочисленные упоминания работ не только отечественных, но и иностранных ученых — об этом свидетельствует список использованной литературы. Правда, в нем нет, например, ссылок на работы голландца Рейн ван Беммелена, исследователя геологии Индонезийского региона. Было бы интересно знать, как на основе новых фактов можно оценивать его идеи, предложенные более полувека назад, о взаимоотношениях — прежде всего гравитационных — океанического дна и континентов, крупных островов.

Впрочем, и без того монография Бориса Васильева является, можно сказать, энциклопедией геологии Тихого океана на современном уровне знаний. Кроме того, автор критически анализирует существующие тектонические концепции и высказывает свои

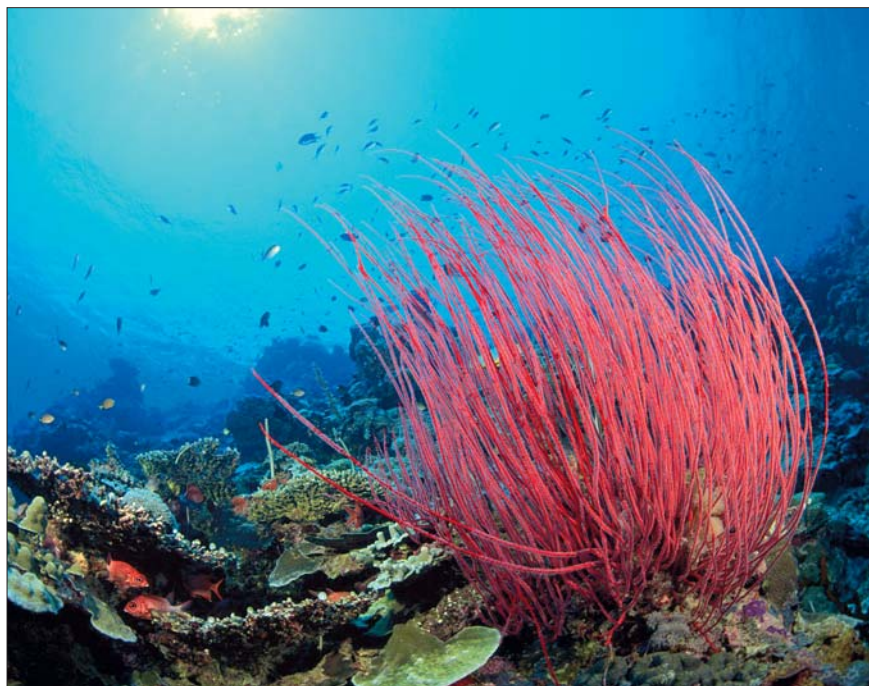
представления о происхождении и эволюции рассматриваемой глобальной структуры.

В первой части труда дана общая характеристика всей впадины Тихого океана. И подчеркнуто: при значительных индивидуальных различиях ее отдельных регионов в целом она оставалась достаточно стабильной по сравнению с обрамляющим динамичным поясом с его многочисленными очагами землетрясений и «огненным кольцом» действующих вулканов.

Во второй части рассматриваемой книги речь идет о краевой зоне этой части нашей планеты, где осуществляется активное взаимодействие в системе «континент-океан». В третьей изложены гипотезы эндогенного происхождения океанической впадины, проблема эволюции гидросферы, а также представления о формировании системы Земля-Луна.

Согласно выводам Васильева, «Тихоокеанская мегавпадина... образовалась примерно 4,5 млрд лет назад в результате редкого события космического характера, вероятнее всего, в связи с возникновением системы Земля-Луна либо в виде отделения Луны от пр-Земли, согласно гипотезе Дарвина (Джордж Говард Дарвин, английский астроном и математик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН с 1907 г. — Р.Б.), либо как следствие столкновения с крупной планетой».

В этой связи хотелось бы напомнить мнение основоположника комплекса современных наук о Земле академика Владимира Вернадского («Химическое строение биосферы Земли и ее окружения»; М: Наука, 1965): «Причину отсутствия гранитной оболочки под Тихим океаном можно искать не в глубинных проявлениях планеты, не в связи с тектоническими... движениями дна Тихого океана, не в связи с историей Луны... как некогда входившей в состав вещества Земли на месте Тихого океана, как думают астрономы, но надо искать причину этого явления в геологической истории континентов».



**Железо-марганцевые конкреции –
рудные богатства тихоокеанского дна.**

Подводный мир Тихого океана.

Можно по-разному относиться к подобным высказываниям пусть даже весьма авторитетных ученых. Но следует учитывать одно важное обстоятельство: океаническое дно закрыто от воздействия лучистой солнечной энергии мощным пластом воды. А именно эта энергия движет геохимические круговороты в биосфере, преобразующие поверхность континентов. Гигантская чаша Тихого океана в геологическом отношении изначально была значительно более инертной (если не считать подводного вулканизма) по сравнению с континентами.

Согласно выводам Васильева, «имеющиеся данные однозначно свидетельствуют о том, что в юре* и раннем мелу** здесь существовали субаэральные условия (т.е. была суша. — *Р.Б.*). Опускания начались в юре в связи с планетарным процессом океанизации (изменений континентальной коры при ее обогащении железом и марганцем при обеднении кремнием. — *Р.Б.*), знаменующим новый этап развития Земли, который продолжается в наше время».

Существенное замечание: неужели совершенно бесспорно, что 150–200 миллион лет назад на всей упомянутой мегаструктуре существовали субаэральные условия?

Смотрим справочник по физической географии: «Субаэральные процессы, происходящие на суше под действием атмосферных агентов без участия рек». Если автор подразумевает в данном случае именно это, то странно, что на обширных простран-

ствах суши не сформировались реки. Или имеются в виду какие-то специфические условия? Для читателя это неясно.

Когда речь идет о начале нового этапа в развитии Земли, есть смысл обратиться к реконструкциям палеогеографов. Отмечают ли они столь грандиозное событие в истории биосферы? Живые организмы, экосистемы, биогеоценозы, как известно, чутко реагируют на подобные глобальные перемены.

Обратимся к монографии ведущих отечественных специалистов по исторической геологии, палеонтологии, докторов геолого-минералогических наук Николая Чумакова, Михаила Ахметьева, Алексея Германа и др. «Климат в эпохи крупных биосферных перестроек» (2004 г.)*. По их мнению, нет оснований предполагать необычайно крупные изменения климата, растительного и животного мира в юре и раннем мелу. Там, в частности, сказано: «Тихий океан представлял собой в раннем мелу обширный глубоководный бассейн по размерам несколько больше современного».

Так что же было там в ранний меловой период: субаэральные условия на огромном пространстве или обширный глубоководный бассейн? Оба мнения основаны на фактах и в то же время несовместимы. Какое предпочтительней?

Ответ на вопрос зависит от того, какой концепции придерживается тот или иной специалист. В одном случае предполагается возможность превращения земной коры континентального типа в океаническую, более плотную и с меньшим процентом силикатов. Другая точка зрения основана на идее переме-

*Юрский период (юра) — вторая система мезозойской эры; начало 185 ± 5 млн лет назад, продолжительность 53 млн лет (*прим. ред.*).

**Меловой период (мел) — третья система мезозойской эры; началась 132–137 млн лет назад, продолжительность 66 млн лет (*прим. ред.*).

*См.: Р. Баландин. Перестройка биосферы и климат Земли. — Наука в России, 2005, № 3 (*прим. ред.*).

шения материков или (т.е. принципиально иной вариант) плит литосферы.

На мой взгляд, трудно сомневаться в том, что в геологической истории материков не оставались в одном положении, временами соединяясь в Пангею (это достаточно убедительно доказывают, в частности, авторы упомянутой выше монографии). В то же время есть солидные аргументы в пользу возможности океанизации континентальной земной коры — они приведены в книге Бориса Васильева. Он ссылается на «неоспоримые свидетельства существования в прошлом на месте современных океанических впадин участков с мелководными и наземными условиями». Вопрос лишь в масштабах последних. При сравнительно редкой сети точек наблюдений (а это характерно для большинства регионов Тихого океана) локальные явления могут выглядеть как широко распространенные.

Наиболее веско автор рассматриваемой монографии опровергает глобальную тектонику плит, приводя в доказательство важные доводы. Например, вязкость в нижней мантии так велика, «что исключает возможность конвекции по модели тектоники плит». Приведенные ученым сведения о структуре и геологическом строении глубоководных желобов опровергают гипотезу погружения океанических плит под континенты, предполагаемую в рамках глобальной тектоники.

Васильев резонно отмечает: «Эта механическая концепция, возникшая на базе господства геофизических методов в морской геологии... насильно внедряется в практику геолого-съемочных и геологоразведочных работ, что представляет особую опасность, ибо это грозит нанести ущерб развитию минерально-сырьевой базы страны».

Добавим: она постоянно рекламируется и популяризируется. Это воздействует не только на массовое сознание, но и на молодых, а то и опытных специалистов. В науке и философии господство какой-то одной теории рано или поздно приводит к застою и упадку теоретической мысли.

Однако сторонники глобальной тектоники плит продолжают преподносить ее как единственно верное геологическое учение. Помнится, 33 года назад в беседе со мной знаток геологии нефти член-корреспондент АН СССР Николай Вассоевич с возмущением рассказал, что в МГУ им. М.В. Ломоносова сту-

денты и аспиранты «зашикали» крупнейшего отечественного тектониста члена-корреспондента АН СССР Владимира Белоусова, когда он позволил себе усомниться в данной концепции.

Возвращаясь к проблеме геологического строения, происхождения и эволюции Тихого океана, можно предположить: очевидно, авторы разных идей в той или иной степени правы по отношению к отдельным районам этой гигантской акватории и прилегающих территорий, а также островов. Если иметь в виду дрейф материков — в развитие теории Альфреда Вегенера, то можно, пожалуй, совместить идею океанизации земной коры с этой концепцией мобилизма. Было бы целесообразно принять во внимание гипотезу круговоротов литосферы (ее во второй половине прошлого века предложили американский геолог Кинг и советский Бончаковский) на активных контактах континентальной и океанической коры, что наблюдается на периферии Тихого океана*.

Наконец, было интересно знать отношение Васильева к идеям, предполагающим изменения формы нашей планеты, геоида и гидросферы под влиянием ротационных сил и астрономических факторов (об этом писал, например, доктор геолого-минералогических наук Борис Личков в книге «К основам современной теории Земли», 1965).

Но как бы ни оценивать гипотезы и теории, они остаются в науке подобием архитектурных сооружений, основанием для которых служат собранные, обработанные и обобщенные факты. Вспоминается высказывание выдающегося биолога Чарлза Дарвина (иностранн член Петербургской АН с 1867 г.): «Наука заключается в такой группировке фактов, которая позволяет выводить на основании их общие законы или заключения». Ценность монографии Бориса Васильева в том, что она содержит и систематизирует огромный фактический материал, протоящий не какой-то один «магистральный» путь научной мысли, а открывает простор для научного творчества, новых поисков, дерзаний и открытий.

*См.: Р. Баландин. Круговороты литосферы. — Наука в России, 2004, № 5 (прим. ред.).

Иллюстрации предоставлены автором

В феврале 2011 г. прошел первый конкурс Московской городской организации Союза писателей России. Были представлены книги, вышедшие в свет в столице в 2008—2010 гг. и признанные лучшими изданиями за этот период. И нам очень приятно, что среди 12 лауреа-

тов «золотого пера Руси» удостоен томик стихов Иоганна Вольфганга Гёте, переведенный Венерой Думаевой-Валиевой, о чем рассказал наш журнал в № 6 за 2010 г.

Искренне поздравляем победительницу!

Редакция

РУССКИЙ СТИЛЬ В ДОМЕ ОСТЕРМАНА

Ольга ПРОТОПОПОВА, журналист

Сокровищница Всероссийского музея декоративно-прикладного и народного искусства как по материалам

(дерево, ткани, металлы, керамика, стекло, кость и т. д.), видам творчества (резьба, живопись, литье, кружевоплетение, вышивка, конструирование мебели и пр.), так и по географии центров развития соответствующих промыслов, производств (от Архангельска до Кавказа и от Санкт-Петербурга до Якутии) поистине неисчерпаема. И, конечно, каждый раздел экспозиции заслуживает подробного рассказа.

Мы же сосредоточим внимание на представленных в ней знаковых произведениях, наиболее ярко характеризующих русский стиль, распространившийся в нашей стране во второй половине XIX в. на все виды творчества.

Музей, куда мы совершим путешествие, находится в районе Москвы, где в XVII в. были загородные владения боярина Лукьяна Стрешнева, отца второй жены царя Михаила Романова — Евдокии Лукьяновны. В 1783 г. усадьба перешла по наследству графу Ивану Остерману, и через три года он возвел здесь величественный каменный трехэтажный дворец, соединив его крытыми галереями с двухэтажными флигелями, имевшими арки для проезда на задний, хозяйственный, двор. В таком виде, без больших изменений, ансамбль, созданный архитектором предположительно круга Матвея Казакова*, сохранился до наших дней.

В 1834 г. дом Остермана, как его и сейчас нередко называют, сильно пострадавший при пожаре во время

Отечественной войны 1812 года, продали святейшему Синоду, разместившему тут Московскую духовную семинарию. В 1918 г. здание занял Всероссийский центральный исполнительный комитет Советов рабочих и крестьянских депутатов, в 1945 г. — Президиум Верховного Совета и Совет Министров РСФСР. А в 1981 г. здесь расположился основанный в том же году музей, о котором мы рассказываем, — один из крупнейших такого профиля в мире и единственный в нашей стране, объединивший в своих экспозициях изделия отечественных ремесленников XIV-XVII вв., произведения выдающихся художников XVIII-XX вв. и наших современников.

Впрочем, столь молодое культурно-просветительское учреждение имеет давнюю историю. В 1885 г. предприниматель, меценат, поборник сохранения национального культурного наследия Сергей Морозов учредил в Москве Торгово-промышленный музей кустарных изделий (в 1931 г. получивший имя основате-

*Матвей Казаков — один из основоположников русского классицизма, создатель зданий сената в Кремле, университета и других уникальных строений Москвы; см.: Н. Фролова. Архитектурная сокровищница. — Наука в России, 2007, № 5 (прим. ред.).

**Дом Остермана –
здание Всероссийского музея
декоративно-прикладного
и народного искусства.**



ля). И тогда же его сотрудники начали составлять коллекции бытовых предметов «русской старины», лучших произведений декоративно-прикладного искусства ведущих художников, продукции крестьянских промыслов, помогали народным умельцам в освоении ее новых видов.

Вскоре о «храме ремесел», представлявшем творения рук отечественных мастеров на международных выставках в Париже (1904 г.), Милане (1906 г.), Лейпциге (1907 г.), восторженно заговорили в Европе. Своей славой он во многом обязан сотрудничеству с виднейшими живописцами, в том числе с Аполлинарием Васнецовым, Василием Ватагиным, Сергеем Голоушевым, Иваном Овешковым, — приверженцами господствовавшего у нас русского стиля*. Ценность для мировой культуры этого яркого явления едва ли не первым осознал Всероссийский музей декоративно-прикладного и народного искусства, сделав его одним из главных направлений своей деятельности. В 1999 г. он принял в фонды упомянутое морозовское собрание, а в 2010 г., как его правопреемник, отметил 125-летие.

Раньше всего русский стиль заговорил о себе в изделиях из керамики. Еще в 1780–1790-х годах Императорский фарфоровый завод (Санкт-Петербург)** изготовил группы скульптур «Торговцы и ремесленники», «Народы России». А подхватившее национальную тему подмосковное предприятие Франца Гарднера (старейшее и к началу XIX в. крупнейшее частное в нашей стране) в 1820–1830-х годах выпустило великолепный чайно-кофейный сервиз в клас-

сических формах, украшенный удивительно реалистичными изображениями разнообразных сцен из крестьянской жизни.

Необычайно интересен набор посуды, выполненный на упомянутом заводе в городе на Неве по эскизам архитектора, академика живописи Федора Солнцева: края тарелок опоясывает традиционный русский орнамент, а крышки объемных предметов имеют навершия в виде богатырских шлемов (1848 г.). Замечательные изделия с 1850-х годов производила и петербургская фабрика братьев Корниловых. В их числе прежде всего поистине царский сервиз «Tete-a-tete» (1860–1880-е годы) в белом и бордовом тонах, декорированный золотым узором, вызывающий в памяти чаши и блюда работы отечественных мастеров XVII в., экспонируемые в Государственном Историческом музее*.

Как известно, самым распространенным материалом в России во все времена было дерево, в изобилии имевшееся на ее широких просторах и издавна служившее не только для строительства домов, но и для изготовления практически всего необходимого человеку. Именно начиная с выполненных из него изделий во все виды искусства в середине XIX в. стал проникать национальный колорит. В музее находится один из ранних образцов мебели в русском стиле — высокий шкаф, сделанный в 1870-х годах в Нижегородской области. Две его нижние полки, стоящие на подставке, сильно выступают вперед относительно верхней. А на резных дверцах хорошо сохранилась слюдяная фольга: в XVII в. ее использовали для «застекления», а тут применили, чтобы приблизиться к старинному про-

*См.: Т. Гейдор. Полистилизм в русской архитектуре. — Наука в России, 2009, № 5 (прим. ред.).

**См.: Т. Мозжухина. «Зеркало культуры». — Наука в России, 2010, № 3 (прим. ред.).

*См.: В. Егоров. Сокровищница отечественной истории. — Наука в России, 2004, № 5; О. Базанова. Драгоценные свидетельства истории. — Наука в России, 2008, № 1 (прим. ред.).



В отделе дерева.



Коллекция прялок.

образу. Есть в экспозиции и экземпляр кресла «Дуга, топор и рукавицы» с надписью на спинке-дуге: «Тише едешь, дальше будешь», почти 40 лет не выходявшего из моды (1871 г.; автор Василий Шутов, преподаватель петербургского Центрального училища технического рисования барона Штиглица*).

С использованием технологических приемов прошлого и традиционного орнамента выполнено большинство экспонируемых изделий из позолоченной бронзы (1860-1880-е годы). А, скажем, мелкая пластика утилитарного назначения (подсвечники, письменные приборы и пр.) представляет собой большей частью мужские и женские фигуры. Наглядные примеры — пресс для бумаги «Отдыхающий крестьянин», пресс-папье «Танцующий крестьянин» неизвестного автора (1850-1860-е годы), парные канделябры

*Центральное училище технического рисования — ныне Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия, носящая имя своего основателя и попечителя Александра Штиглица, крупнейшего российского финансового финансиста, поклонника искусства и мецената (прим. ред.).

«Мальчик и девочка тянут бочки», созданные в 1880-х годах по эскизу скульптора Евгения Лансере-отца.

Эпоху расцвета, несомненно связанного с возвращением к истокам, переживало во второй половине XIX — начале XX в. отечественное золотое и серебряное дело, история которого к тому времени насчитывала уже тысячу лет. Талантливые мастера возрождали древние приемы и формы вплоть до перегородчатой эмали — сложнейшей ювелирной техники (контур будущего изображения наносят на тонкую, например, серебряную пластину, вертикально закрепляют на ней узкие полоски из того же металла и в получившиеся емкости доверху заливают эмаль нужного цвета), упоминаемой еще в летописях начала XII в.

Первой в нашей стране к отечественной истории и искусству обратилась фирма Игнатия Сазикова, имевшая заводы в Москве, Петербурге и слывшая в середине XIX в. в числе лучших. Не менее успешно в русском стиле работали предприятия Павла Овчинникова и Ивана Хлебникова, находившиеся в тех же



Экспонаты отдела стекла.

городах. Отметим: в 1990 г. столичный коллекционер Геннадий Кубряков безвозмездно передал музею большое собрание предметов из металла, в том числе великолепную уникальную серебряную вазу высотой более 35 см с эмалью, сканью и позолотой, изготовленную в начале XX в. мастерами фабрики Овчинникова. Ее украшают портрет богатыря в шлеме, поражающего булавой змия, и вставки из полудрагоценных камней. Кроме того, среди дарений — бронзовые литые иконы, поддужные колокольчики, множество разнообразных самоваров и т.д.

В отделе стекла особо примечательны графин из сервиза, выполненного в 1870-х годах на Императорском стекольном заводе (Петербург) по рисунку архитектора Ипполита Монигетти, а также набор для крепких напитков Дятковского хрустального завода Мальцовых (Брянская область), так и прозванный «с чертями» — зеленый штоф и стаканчики, разрисованные пляшущими бесенятами и снабженные поучительными надписями. Автором столь назидательной продукции была сотрудничавшая с этим предприятием в 1890-х годах, в частности разрабатывавшая образцы посуды в «русском духе», известная художница, рисовальщица Елизавета Бём.

Следующая по времени «ипостась» данного стиля — так называемый неорусский (одно из течений «модерна»*, распространившегося в отечественной культуре на рубеже XIX–XX вв.), сформировавшийся в результате новаторских поисков в области декоративно-прикладного искусства, переосмысления, как бы открытия заново средневековой архитектуры, монументальной живописи, иконописи, народных ремесел. «Родиной» данного направления стало подмос-

ковное имение Абрамцево предпринимателя Саввы Мамонтова — русского Лоренцо Медичи, как именовали его современники, человека недюжинной энергии, преданного искусству, покровителя талантов.

Там собирались такие выдающиеся живописцы, как Илья Репин, Виктор Васнецов*, Василий Поленов, Константин Коровин**, Валентин Серов, Михаил Нестеров, а также организаторы художественной кустарной промышленности, исследователи народного творчества Мария Якунчикова и Елена Поленова. Первая из этих замечательных женщин в 1891 г. вместе с Натальей Давыдовой (в 1917–1921 гг. директор вышеупомянутого Музея кустарных изделий) открыла в селе Соломинка Тамбовской губернии мастерские, где местные жительницы стали заниматься вышивкой мельчайшим богемским и венецианским бисером по старинным образцам, а впоследствии собрала солидную коллекцию подобных изделий, ныне находящуюся в экспозиции. Радуют глаз букеты, гирлянды из цветов, бабочки, бытовые сценки, будто нарисованные акварелью на сумочках, кошельках, поясах, туфельках, бумажниках, кисетах, табачницах, черныльницах, шкатулках и множестве других «милых мелочей», вышедших из рук искусных мастериц.

Много сделала для развития национальных традиций в конструировании мебели Елена Поленова (сестра выдающегося пейзажиста Василия Поленова), объездившая далекие и близкие уголки страны для изучения народного творчества и создавшая множество проектов на основе привезенных оттуда эскизов и зарисовок. Вот, например, сделанный в абрамцев-

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

*См.: М. Виктурина. История одной экспертизы. — Наука в России, 2000, № 2 (прим. ред.).

**См.: Л. Ляшенко. «Музыка цвета». — Наука в России, 2011, № 2 (прим. ред.).



**Зал Врубеля. Камин с майоликовым панно
«Встреча Микулы Селяниновича и Вольги».**

ской столярной мастерской (открыта в 1882 г.) двухъярусный шкафчик (1885-1890 гг.) или дубовый массивный буфет (1890-е годы). Эти и другие предметы, выполненные по эскизам художницы, избравшей главным приемом стилизацию, богато украшены резным геометрическим или растительным орнаментом.

В те же годы конструирование мебели захватило еще одного завсегдатая мамонтовского дома — живописца Аполлинария Васнецова. Очень наряден его монументальный буфет с витражами в верхних дверцах, декорированный кованым металлом. А Михаил Врубель сделал для абрамцевского парка скамью, украсив ее спинку и сиденье майоликой с диковинными птицами. Надо сказать, этот вид керамики, в котором весьма преуспели итальянцы в эпоху Возрождения, стал серьезным пристрастием знаменитого художника, отличавшегося разносторонним дарованием. Уж очень выразительным «языком» говорит цветная обожженная глина, покрытая люстром (прозрачной пленкой, приготовленной из сплава различных металлов), так похожая на крупные мазки мастера!

Еще в 1890 г. в усадьбе появилась гончарная мастерская, где под руководством опытного керамиста Петра Ваулина Врубель (а вместе с ним Виктор Васнецов, Валентин Серов и др.) приступил к постижению искусства майолики. Освоив его тонкости, создал серию скульптур, а также монументальное панно, изображающее встречу былинных героев Микулы Селяниновича и Вольги (1898-1899 гг.) и служащее оформлением камина. Исследователям известно пять его экземпляров, и, к великой гордости сотрудников музея, один из таковых украшает здешнюю экспозицию.



Коллекция самоваров.

Вторым (после Абрамцева) центром развития «неорусского» стиля, в частности конструирования мебели, стало село Талашкино под Смоленском — усадьба княгини Марии Тенишевой, вошедшей во все справочники как общественный деятель, художник-эмальер, педагог, меценат и коллекционер. Творчески одаренная, человек тонкого вкуса, в 1903 г. она основала в своем имении деревообрабатывающую мастерскую, пригласив ее возглавить живописца, архитектора Сергея Малютина. В музее можно увидеть нарядные предметы из гарнитура, выполненного по его эскизам: обеденный стол, стулья, ларь-скамью, угловой шкаф, главная особенность которых — высветленные выпуклые части декоративной резьбы. В целом же для работ здешних мастеров была характерна стилизация древнерусских народных форм и декора со сказочными сюжетами, где переплетались геометрический, растительный, зооморфный орнаменты.

Московское губернское земство также организовало подобное предприятие в Сергиевом Посаде*, с которым сотрудничал Виктор Васнецов. Музей располагает созданными по его проектам в начале XX в. буфетом (по принципу поставца — невысокого шкафа с полками для посуды, одного из древнейших предметов русской мебели), тремя карнизами, декорированными металлом и резьбой со стилизованными изображениями птиц, цветов, солнца. А угловой шкаф «Сказка», выполненный в той же мастерской по рисунку ее руководителя художника Владимира Соколова, оформлен, помимо этого, искусственными камнями и живописными панно на темы русского фольклора. В экспозиции есть и четырехстворчатая шир-

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



Образцы вышивки бисером.

ма, разрисованная летним, зимним, осенним и весенним пейзажами, изготовленная по его же эскизам.

Прекрасно характеризует русский стиль и федоскинская лаковая миниатюра. Зародился этот промысел в конце XVIII в. как небольшая мануфактура по производству козырьков к фуражкам для русской армии, принадлежавшая купцу Петру Коробову. Находясь в 1795 г. в Германии, он заинтересовался родственным промыслом — табакерками, шкатулками из папье-маше лакированной фабрики Иоганна Генриха Штобассера (в городе Брауншвейге), украшенными нарядной росписью, приобрел у немецкого коллеги лаки, краски и даже пригласил к себе нескольких его мастеров.

Работу удалось наладить, а затем и расширить ассортимент. На прилавках магазинов вскоре появились папиросницы, коробочки, портсигары, пудреницы, спичечницы, даже шахматные столики и т. д. с покрытыми лаком живописными изображениями бытовых сценок, портретов, натюрмортов, всевозможными орнаментами. Росло и качество изделий, художественный уровень миниатюр, мастерство художников, выработавших собственную уникальную технику. Сначала масляными красками делают замалевок (общий набросок), затем — пропись, или перемалевку (более детальную прорисовку), лессировку (моделирование изображения прозрачными эмульсиями) и, наконец, бликовку для придания композиции живости и объема. А иногда перед росписью мастера наносят на будущую картину светоотражающий материал — металлический порошок, поталь (сусальное золото), узор из кусочков фольги или вставки из перламутра.

Наивысшего расцвета промысел достиг в середине XIX в.: федоскинские ларцы, шкатулки, разнообраз-

ные коробочки, обложки для альбомов, чайницы, очечники, кошельки, пасхальные яйца отвечали самым взыскательным вкусам, причем стали популярными не только в России, но и в Европе. Многие из них, выполненные в разной технике, расписанные портретами, бытовыми сценками, тройками лошадей с ездоками, чаепитиями, пейзажами, историческими картинами, широко представлены в экспозиции.

Еще в XVIII — первой половине XIX в. узором особой красоты, созданным с помощью золотной нити (полученной, например, волочением, прядением из металла), отличались шали, вытканые в подмосковном городе Павловский Посад. А в 1860-х годах здесь начали выпуск шерстяных набивных платков, постепенно выработав свой стиль, опиравшийся на национальные традиции и отличавшийся причудливыми цветочными композициями с богатейшей цветовой гаммой на белом, черном, красном, темно-синем или вишневом фоне. Не последнюю роль в создании этого прихотливого орнамента играло искусство колористов и мастеров, изготавливавших так называемые набойные доски (с них на ткани воспроизводился рисунок). Причем для каждого цвета нужна была отдельная, так что в результате общее их число достигало нескольких десятков. Все это великолепие красок и узоров, наверное, ярче других экспонатов музея отражает русский стиль: ведь не секрет, что павловские платки, любимые представительницами прекрасного пола всего мира, уже третье столетие не выходят из моды.

Иллюстрации предоставлены автором

ИЗМЕНЧИВАЯ ВОЛЖСКАЯ ДЕЛЬТА



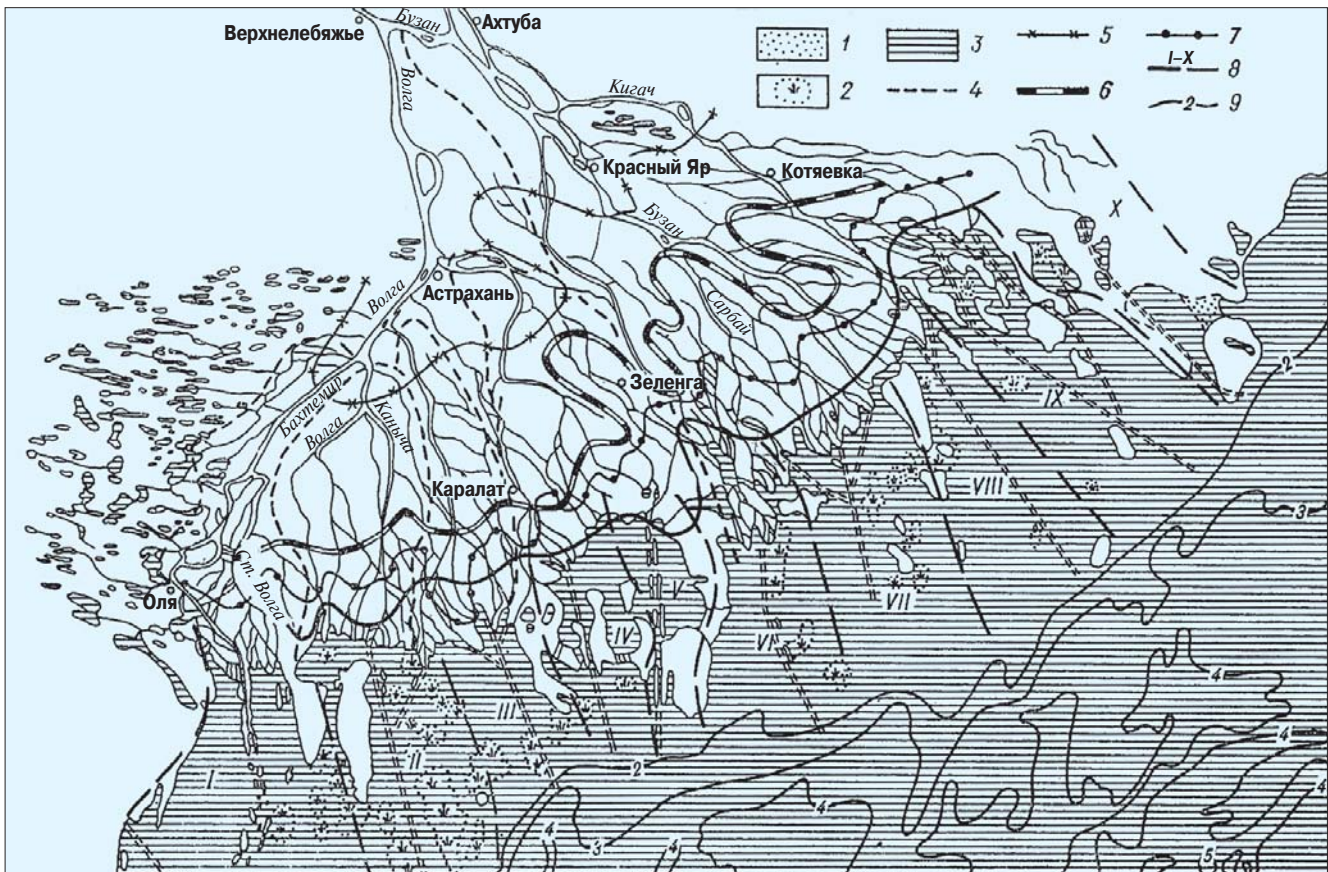
Доктор биологических наук Евгений ШЕИН, факультет почвоведения
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;
доктора биологических наук Анна ФЕДОТОВА,
Людмила ЯКОВЛЕВА, Астраханский государственный университет;
доктор биологических наук Владимир ПИЛИПЕНКО,
директор Инновационного естественного института
Астраханского государственного университета

Когда разговор заходит о городе Астрахани, расположенном в верхней части Волжской дельты, большинство из нас невольно вспоминают: рыба, помидоры, арбузы – вот чем прежде всего знамениты эти места. Но мало кто знает о сложных природных взаимосвязях, обеспечивающих биоразнообразие этого края, и о важной роли почвы в жизни обитающих здесь растений и животных.

В настоящее время дельта Волги искусственно разделена возведенной в 1978 г. дамбой на две большие части. Восточная, называемая рыбноводной, во время половодья полностью заливается и тогда на просторных ее лугах идет икрометание, появляется молодь, уплывающая затем в Каспийское море. Западную, сельскохозяйственную, часть пере-

секают несколько небольших оросительных систем, с помощью которых выращивают знаменитые астраханские арбузы и помидоры. Это происходит в полупустыне, под палящим солнцем, когда за все лето и

Один из рукавов Волжской дельты летом.



Карта Астраханской области России: 1 - отмели, 2 - наводная растительность, 3 - водная растительность, 4 - границы основных систем дельтовых потоков, 5 - морской край дельты при максимальном поднятии моря в XVIII в., 6 - морской край дельты в 1817 г., 7 - морской край дельты в 1873 г., 8 - номера и границы районов отмелой зоны взморья Волги, 9 - изолинии глубин.

осадков-то почти нет, а верхний слой почвы прогревается до 50-60°C! Без воды уцелеть здесь было бы невозможно, а снабжающая ею великая река приносит с северных территорий еще и множество частичек почвы, по сути определяя пульс жизни территории.

ПУЛЬС ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Уникально геологическое строение Астраханской поймы, сформировавшейся на хвалынских глинах — отложениях Каспийского моря (на древнерусском языке называвшегося Хвалынским), как правило, засоленных. На таких породах развиваются почвы, тоже содержащие много растворимых солей по всему профилю. Ну а максимальное их количество мы находим в солончаках, обладающих очень низким плодородием и способных вскормить лишь специфическую растительность — так называемые галофиты. Если взглянуть на вертикальный срез подобной почвы (или ее профиль), то до глубины 1-1,2 м можно увидеть белые, порой ярко блестящие на солнце скопления кристаллов. Они заметны и непосредственно на поверхности.

Когда пресная волжская вода покрывает пойменные пространства, часть солей выносятся в нижние горизонты почвы, освобождая сверху несколько де-

сятков сантиметров. И тогда здесь активизируется луговая растительность. Но затем растворы губительных для нее веществ вновь поднимаются в поверхностные слои по капиллярам, и приоритет получают галофиты. Так из года в год живут экосистемы рыбной части Астраханской дельты.

Уровни половодий и их длительность непосредственно зависят от стока великой реки и уровня Каспийского моря. В период интенсивного поднятия последнего время весенне-летних разливов растягивается, вода стоит выше, отчего начинается перераспределение легкорастворимых солей практически на всей территории Астраханской области. Так, в низких, подолгу затапливаемых местах дельты, являющихся уникальными природными нерестилищами, наиболее токсичные ионы вымываются из почвенного профиля, относительно растет лишь содержание менее опасного сульфат-иона. Соответственно меняется и структура растительного покрова. В почвах возвышенностей, напротив, мы наблюдаем накопление всех ионов за исключением гидрокарбоната. Правда, скудные, низкие половодья 2002 и 2006 гг. отчасти нивелировали указанные различия, создав условия для повсеместного засоления.



Поверхность вершины бугра Бэра.

Организмам нелегко приспособиться к ритму жизни почвы, сложившемуся в этой части дельты, — вот почему здешний биоценоз очень своеобразен. И, заметим, его обитатели — многочисленные рыбы — могут производить потомство лишь в таких, поистине уникальных условиях. В чем же специфичность описываемых нами мест для их икрометания и нагула?

Дело в том, что в травянистых ценозах Волжской дельты формируется значительная часть первичной продукции водоемов, составляющей основу пищевой цепи ихтиофауны региона. Но свыше 35 лет растительный покров Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки, служащий нерестовым субстратом, существует и развивается в условиях искусственного регулирования стока. Проведенные нами исследования позволяют утверждать: структура и состав данных растительных сообществ направленно меняются. Например, вблизи протоки Сумница Широкая хорошо знакомый местным жителям типичный галофит солерос европейский в 1990 г. встречался в 14 геоботанических описаниях, а в 2001-м — лишь в одном. Ныне значительно сократилась численность видов терофитов (однолетних трав, перемогающих неблагоприятное время года в виде семян) — с 17 до 6, уже в 2001 г. мы ни разу не встретили прибрежницу колючую (семейство злаков). Доля же гемикриптофитов и геофитов*, напротив, возросла с 11 до 41 и

*Гемикриптофиты — жизненная форма растений, у которых почки возобновления в неблагоприятный для вегетации период года сохраняются на уровне почвы (иногда чуть выше) и защищены чешуями, опавшими листьями и снежным покровом. В их числе, например, виды лютика, одуванчик, живучка ползучая и др. Геофиты же скрывают почки возобновления в почве. Среди них лук, тюльпан, ландыш, многие злаки и осоки. Такая жизненная форма преобладает в засушливых степях (прим. ред.).

с 15 до 33% соответственно. Появились такие влаголюбивые виды, как чистец болотный, камыш озерный, ситняг болотный, рогоз узколистый. Что же стало причиной? Не что иное, как трансформация водно-солевого режима почв.

КОГДА СТОИТ ВЫСОКАЯ ВОДА

В низовьях Волги амплитуда колебаний уровня воды от межени до паводка составляет 5 м. Причем ее весенний разлив не спадает на протяжении 3 месяцев. Кругом, насколько хватает взгляда, — покрытые водой луга, лишь выглядывают отдельные травянистые растения, слегка подрагивая в движущихся струях или от прикосновения больших рыб. В здешних местах практикуется специфическая «рыбная ловля»: охотник с гарпуном, стоя на островке, высматривает колышущийся рогоз. По «волнению» травинки определяет место, где мечет икру волжский сазан. Чтобы судить о размерах этой рыбы, представьте: ей трудно бывает уместиться в метровом (!) слое воды, так что нередко видны спинные плавники. Человек, крадучись, идет к цели, а его предполагаемая жертва, осторожная даже в период брачных игр, уплывает. Однако предательские стебельки на ее пути покачиваются, и дело часто заканчивается удачей, если исследователь обладает достаточной сноровкой.

Весной и в начале лета на огромном пространстве между Волгой и Каспием, именуемом дельтой, в основном царствуют два цвета: голубой — на глади бесчисленных проток и тускло-зеленый — на окружающих их зарослях тростника, рогоза и ивняка. Здесь в зависимости от уровня воды в реке и море определенная территория может быть либо затоплена, либо осушена. А в низовьях Волги, царстве тростника,

нельзя понять, растет ли он на твердой почве, где можно пройти пешком, или в протоке с илистым дном, — тут уже рискуешь провалиться в жирный черный нанос. Скажем, вы находитесь в точке, где на карте обозначена суша, однако в действительности приходится плыть, прокладывая путь между трехметровыми стеблями.

Из сказанного понятно: регулирование стока великой реки неоднозначно сказалось на всей экосистеме Нижней Волги. Трансгрессии Каспийского моря лишь усугубили наметившиеся трансформации. И в 1990-е годы территория нерестилищ интенсивно зарастала жесткой растительностью, освоившей до 70% отдельных массивов. Вольготнее всего почувствовал себя тростник, в то время как в верхней зоне дельты всегда преобладала мягкая луговая растительность. Но, как говорится, нет худа без добра: сложившиеся условия благоприятствуют размножению карася, своеобразного лидера в группе молодых мелких пресноводных рыб. Оказывается, он прекрасно чувствует себя в непроходимых зарослях.

В период, когда все пространство покрыто водой, на поверхности остаются лишь дороги да отдельные высокие холмы, подобные островам над заливными лугами. Это уникальные природные образования прикаспийской территории, так называемые бугры Бэра, ибо впервые их описал иностранный почетный член Петербургской АН с 1830 г. Карл Бэр. Происхождение данных форм рельефа дискуссионно. Но прежде чем обратиться к предлагаемым гипотезам, вспомним о выдающемся ученом XIX в., чье имя они носят.

БУГРЫ БЭРА

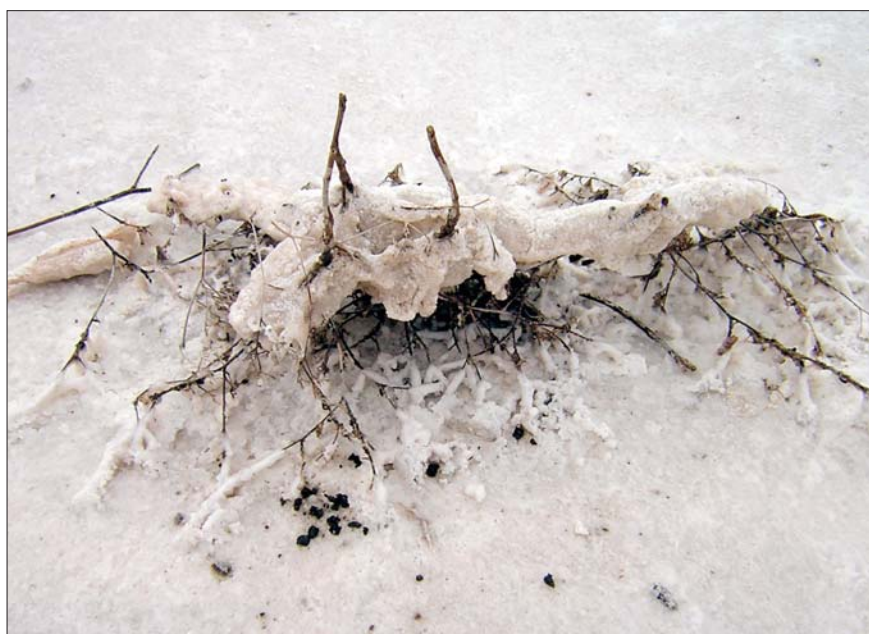
Бэр вывел фундаментальные законы в таких разных областях естествознания, как геоморфология и антро-

пология. Большинство биологов считает его основателем современной эмбриологии — ведь он показал, что все животные, высшие и низшие, проходят в своем эмбриональном развитии похожие стадии. Практически во всех учебниках географии, геоморфологии можно встретить закон Бэра, в ходе экспедиций на юге России заметившего интересную закономерность: правый берег реки, текущей с севера на юг, обычно высокий и крутой в отличие от низкого левого. Ученый понял причину этого явления: вследствие вращения земного шара водный поток под действием инерционных сил подмывает правый берег. За геологическое время (т.е. за тысячи и миллионы лет) у рек, ориентированных меридионально — Волги, Днепра, Дона, Оби, Иртыша и Лены, сформировались такие асимметричные долины; то же самое можно сказать о Дунае и Ниле в большей части их течения.

Итак, путешествуя в описываемом районе, Бэр открыл специфические, присущие лишь Прикаспийской низменности геоморфологические образования и впервые описал их в 1856 г. Это асимметричные, напоминающие волны возвышенности высотой от 5 до 25 м, шириной 0,5-1 км, длиной до нескольких километров, часто вытянутые в субширотном направлении и разделенные понижениями разной ширины (от 0,5 до 5 км и более). Доктор географических наук Борис Федорович из Института географии АН СССР объяснял их происхождение эоловыми факторами. Изучив в 1940-е годы современный грядовый рельеф песчаных пустынь Средней Азии и сопоставив его с поволжскими возвышенностями, исследователь провел аналогию между данными формами и рассматривал бугры Бэра в качестве ископаемых грядовых песков. Более ранние работы доктора геолого-минералогических наук Владимира Батурина из Ин-



Солевая корка
на поверхности почвы.



**Остатки растения,
обросшего кристаллами солей
на поверхности
минерализованного озера.**

ститута горючих ископаемых АН СССР 1930-х годов не противоречили этим воззрениям, так как в песчаных породах, слагающих бэровские бугры, им были обнаружены мельчайшие глинистые комочки, характерные для современных отложений пустынь и морских побережий.

Однако почвенно-геоботанические исследования, проведенные нами в 2000-е годы в рамках проекта РФФИ, позволяют сделать иной вывод. Бэровские бугры сложены не песчаными, а глинистыми породами — просто засоленные почвы всегда распадаются на очень мелкие сцементированные солями комочки, подобные песчинкам. С этими формами рельефа связано и еще одно интересное обстоятельство. Казалось бы, только понижения в этом районе Волжской дельты будут засолены. Ведь мы уже указывали: в их почвах, весной ежегодно заливаемых, соли растворяются, а затем нередко поднимаются к поверхности по капиллярам. Бугры же остаются сухими, так что ионы не могут «подтянуться» к поверхности этих образований размером с 3-5-этажный дом. И все же эти специфические возвышенности будто покрыты «лоскутным одеялом» с пятнами солончаков, засоленных и незасоленных почв полупустынь (так называемых бурых полупустынных) с соответствующим растительным покровом. В чем же причина данного явления? По-видимому, нынешняя картина — следствие колебаний уровня Каспийского моря*.

На буграх Бэра и их склонах растет множество эфемеров и эфемероидов (тюльпаны, луки, ирисы, костенец липкий, проломники и др. виды) и типичные ксерофиты — курчавка (род многолетних ветвистых кустарников из семейства гречишных), солянка древо-

видная, анабазисы (суккулентные кустарники из семейства маревых). В дельте Волги эти сообщества наиболее уязвимы, так как в период половодья именно на возвышенностях скапливаются огромные стада крупного и мелкого рогатого скота из коллективных и частных хозяйств. В итоге при интенсивных и продолжительных пастбищных нагрузках из состава ассоциаций с доминированием полыни Лерха и солянки древовидной выпадает большинство многолетних видов, сохраняются лишь ядовитые и несъедобные растения — анабазис безлистный и гармала обыкновенная (многолетник из семейства парнолистниковых). Однолетники преобладают как по числу, так и по массе.

Таким образом, особые ландшафты Волжской дельты, с буграми Бэра и разделяющими их пространствами, с почвами разной степени засоленности и соответствующей растительностью, с рыбой, обитающей в заливных лугах, являют собой необыкновенный пример взаимосвязи всех названных компонентов. Изменения в почвенном покрове влекут трансформацию растительности и условий икрометания. Поэтому пояснить, что случилось с воспроизводством рыбы в дельте Волги, невозможно вне экосистемного подхода.

ПАМЯТЬ О КОЛЕБАНИЯХ КАСПИЯ

Западная часть Волжской дельты затопливается не каждый год. Однако нередко половодье захватывает и эту территорию, наполняя понижения, старицы, устремляясь по ерикам и ильменям — специфическим местным образованиям. Ерики — временные протоки, нередко пересыхающие в межень. А ильмени — озера продолговатой формы, гроздьями размещенные в этой части дельты. (Возможно, название им дали древние славяне по имени северного новгородского озера Ильмень, расположенного на пути из «варяг

*См.: М. Митина, Б. Малашенков. Каспийский регион: динамика гидрометеорологических показателей. — Наука в России, 2009, № 4 (прим. ред.).

в греки».) Вот где рождаются великолепные астраханские арбузы и помидоры! Солнца, тепла – в достатке, воду можно брать из ильменей или временных каналов. Правда, почвы здесь весьма разнообразны и, оказывается, не на всех можно вырастить плоды. Виной тому – засоление.

Этот процесс здесь виден невооруженным глазом: по обе стороны дороги, по которой вы идете или едете, мелькают поросшие рогозом ильмени, и вдруг – минерализованное озеро, сверкающее на солнце снежным покровом! Зачастую концентрация солей в верхних слоях почвы столь велика, что поверхность будто покрыта мелкими кристалликами с увязшими в них насекомыми, остатками растений.

Давайте вспомним о геологическом строении территории: если упомянутые выше хвалынские глины, соляные купола располагаются близко к поверхности и составляют ложе ильменей, то через некоторое время они минерализуются, мелеют и образуется столь эффектная «зимняя» картина.

Когда засоленное озеро окружают цветистые солончаки, это очень красиво: белые слои в данных почвах чередуются с фиолетовыми, красными, светло-коричневыми, темно-сизыми, по ним можно «прочитать» историю формирования и современного развития водоема, узнать об этапах его «жизни». В зависимости от уровня грунтовых вод, длительности половодья и водно-эрозионных процессов концентрация солей в ильменах то растет, то снижается. А первопричина всему – поведение Каспийского моря. В почвенном покрове мы нередко находим следы его поднятий и трансгрессий.

Между тем с начала XX в., особенно в 1930-х годах, существенно уменьшился водный сток Волги из-за искусственного регулирования, что вызвало падение

уровня Каспия на 3,5 м. Тогда-то период интенсивного роста подводной дельты сменился этапом быстрого формирования суши. В «авангарде» росли многочисленные песчаные острова и косы серповидной формы. Они смыкались между собой и возникали контуры будущих ильменей. Впоследствии озера высыхали и превращались в заболоченные обширные низины. Вместе с регрессией береговой морской линии площадь ильменей постепенно сокращалась, а прикаспийские пустынные территории расширялись. В 1956-1958 гг. среднегодовой горизонтальный прирост дельты исчислялся 185-190 см из-за непрерывного падения уровня моря, ну а минимум за последние 400 лет пришелся на 1970-е годы.

Напомним, к 1959 г. в основном было закончено создание каскада водохранилищ на реках бассейна Волги. А с 1978 г. ее сток окончательно зарегулирован (построены разделяющая дельту дамба и вододелитель), работа системы гидроузлов изменила гидрологический режим в нижнем течении. Глубина и продолжительность весенне-летних разливов стали иными. Следовало бы ожидать, что за сокращением паводка начнется медленное повсеместное снижение уровня грунтовых вод. Однако этого не произошло. Дело в том, что наряду с уменьшением затоплений в приустьевой, повышенной, части поймы увеличились частота и длительность зимних затоплений пресными водами ее центральной, пониженной, части. Вот в это время и происходит дополнительное освобождение почв и грунтовых вод от растворимых солей.

Как известно, с 1978 г. по настоящее время уровень моря вырос на 2,5 м. Затопленными и подтопленными оказались 320 тыс. га земель российского побережья. Четвертая часть дельты Волги очутилась под водой, а на оставшейся грунтовые воды поднялись на-



Озеро, покрытое коркой соли.



*Профиль солончака
вблизи соленого озера.*

столько, что началось прогрессирующее заболачивание территории, развились процессы гидроморфизма и оглеения почв (биохимический процесс восстановления окисных соединений). Незатапливаемая площадь составляла всего около 10% и локализовалась в основном в дельте, где возвышаются бугры Бэра. Ряд экспертов допускали, что к 2010 г. Каспий поднимется еще на 1 м, однако этого не произошло: в начале XXI в. уровень моря стабилизировался, а ныне, напротив, даже незначительно понизился.

НЕУСТОЙЧИВОЕ РАВНОВЕСИЕ

Итак, уровень Каспия понижается, и дельта обсыхает, прекращаются паводки, ничто не препятствует формированию здесь засоленных почв и солончаков. Затем море наступает, вновь затапливаются обширные территории, увеличиваются весенне-летние разливы, растворимые соли вымываются из верхних горизонтов. В соответствии с этими колебаниями меняется и растительность.

И вот что интересно: повышение обводненности, с одной стороны, и рост аридизации — с другой, создают благоприятные условия для увеличения видового разнообразия растений. В западной части Волжской дельты по мере сокращения либо прекращения весеннего доступа воды в ильмени в составе флоры повсеместно или по крайней мере на высоких террасах появляются степные виды. Рождаются так называемые оstepненные солончаковатые луга. В дальнейшем соли постепенно вымываются из верхних почвенных горизонтов, сформировавшиеся было травостой вновь сменяются уже полупустынными ковыльными, жит-

няковыми, житняково-полынно-прутняковыми и другими подобными сообществами. Почвы под такими растительными группировками на полностью обсохших ильменах приобретают светло-серую окраску.

В настоящее время на лугах низин увеличивается доля болотной растительности, а на шлейфах бугров растет роль солевых видов. Очевидно, что изменения связаны с эволюцией почвенного покрова, а дальше в этой цепи взаимосвязей — жизнедеятельность рыб.

Однако вот что вызывает тревогу: ныне многие виды флоры этого уникального региона стали редкими. Причин тому с каждым годом становится все больше, а самая острая проблема — рост антропогенного воздействия на естественные местообитания, особенно реликтов и эндемиков, «привязанных» к строго определенным особенностям почвы, водного режима и рельефа. Всего же в дельте Волги и Волго-Ахтубинской пойме отмечено 25 видов редких растений, из которых 9 занесены в Красную книгу России. К счастью, пока ни один из них не значителен исчезающим.

Получается, что экологическое равновесие между гидрологией территории, трансформацией почв, растительности и, соответственно, условий для размножения рыб в дельте Волги очень неустойчиво. И наша задача способствовать сохранению этого тонкого, подвижного и ранимого баланса, от которого зависит, сохранятся ли столь знакомые нам астраханские дары — арбузы, помидоры, рыба.

Иллюстрации предоставлены авторами