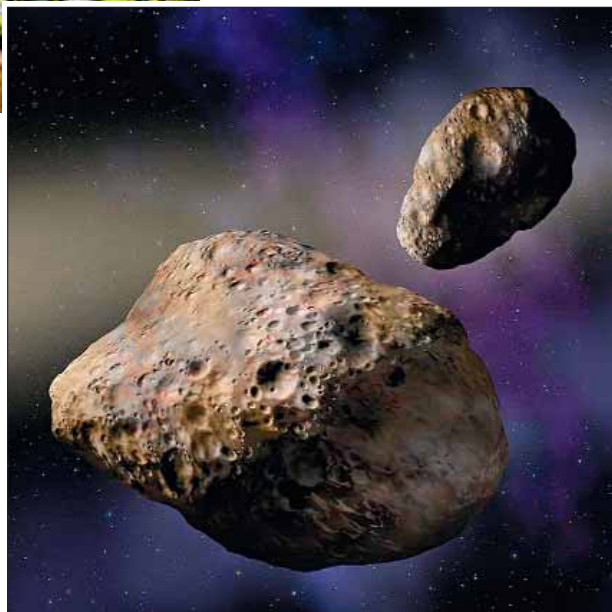




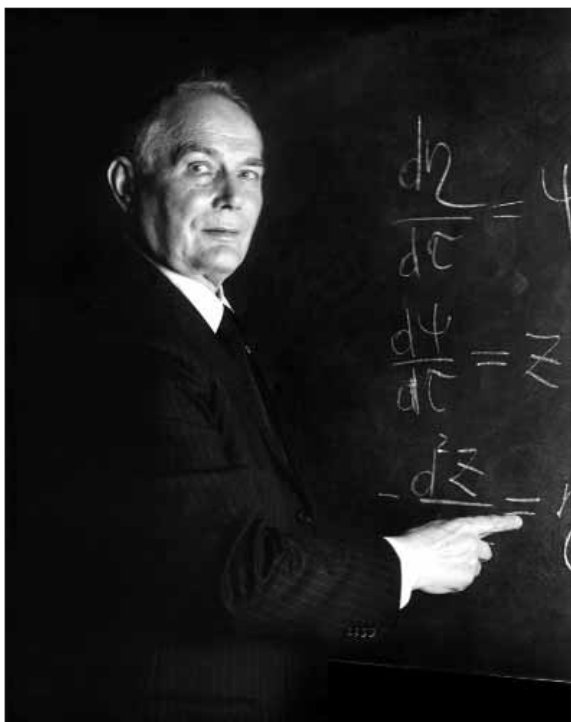
58

От начала поисков заветной «теплой суши» в холодных водах Северного Ледовитого океана нас отделяют полтора столетия, однако ответы на многие вопросы, связанные с ее существованием, пока относятся к области гипотез. А обнаруженные археологами во второй половине XX в. остатки стоянок древнего человека добавили новые загадки, которые ждут своих исследователей.



29

Астероидно-кометная проблема сегодня в центре внимания астрофизиков. Небесных объектов, сближающихся с Землей, ныне обнаружено более 8 тыс., причем свыше тысячи из них – потенциально опасны. Задача специалистов – не только их обнаружить, но и следить за их движением.



75

Отечественные измерительно-информационные технологии для ядерных исследований громко заявили о себе в 50-е годы прошлого столетия. У истоков этого направления стоял академик Виктор Михайлов (1934-2011).



С древних времен Пермский край славился соляными промыслами, а впоследствии стал «колыбелью» отечественной горно-добывающей промышленности: в начале XVIII в. здесь нашли высококачественную железную руду, в 1820 г. – золотосодержащие пески, в 1829 г. – первый в России алмаз, а еще через столетие – нефть (всего тут обнаружено более 500 полезных ископаемых). Этот регион также является родиной таких уникальных видов декоративно-прикладного искусства, как пермский звериный стиль (объемные изображения животных из кости, дерева, бересты, бронзы, меди и т.д.; VII в. до н.э. – XII в.) и деревянная культовая скульптура XVII – начала XX в.

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 07.03.2012.
Заказ № 244

© Российская академия наук, Президиум, «Наука в России», 2012



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

Григорьев А., Макоско А., Матешева А.

Перспективы геомедицинских исследований.....4

Солнцева Г. Орган равновесия13

Деревянко А., Шуньков М.

Новый взгляд на заселение человеком Евразии.....20

С МЕСТА СОБЫТИЙ

Сидорова Е. Адаптация к изменению климата:

роль ученых31

Попова М. Инновации: спрос и предложения36

ИННОВАЦИИ. НАНОТЕХНОЛОГИИ

Хализева М. Провода с прочностью стали46

Малыгина М.

Новые возможности полимерных пленок52

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Вехов Н. В поисках «Северной Атлантиды»58

ЮБИЛЯРЫ

Пимнева В., Дормидонтова А.

Поэтический мир Паустовского68

ИСТОРИЯ НАУКИ

Парафонова В.

Диагностика быстропротекающих процессов75

Фокин С. Отто Бюкли и его русские ученики89

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

Базанова О. У подножия Каменного Пояса82

ИЗ ПРОШЛОГО

Счастливцев В., Родионов Д., Хлебникова Ю.

Невьянская башня: реалии прошлого97

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

Борисова О. Царство клавиш и струн106

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

Атомная энергетика: новый подход11

Околоземная астрономия29

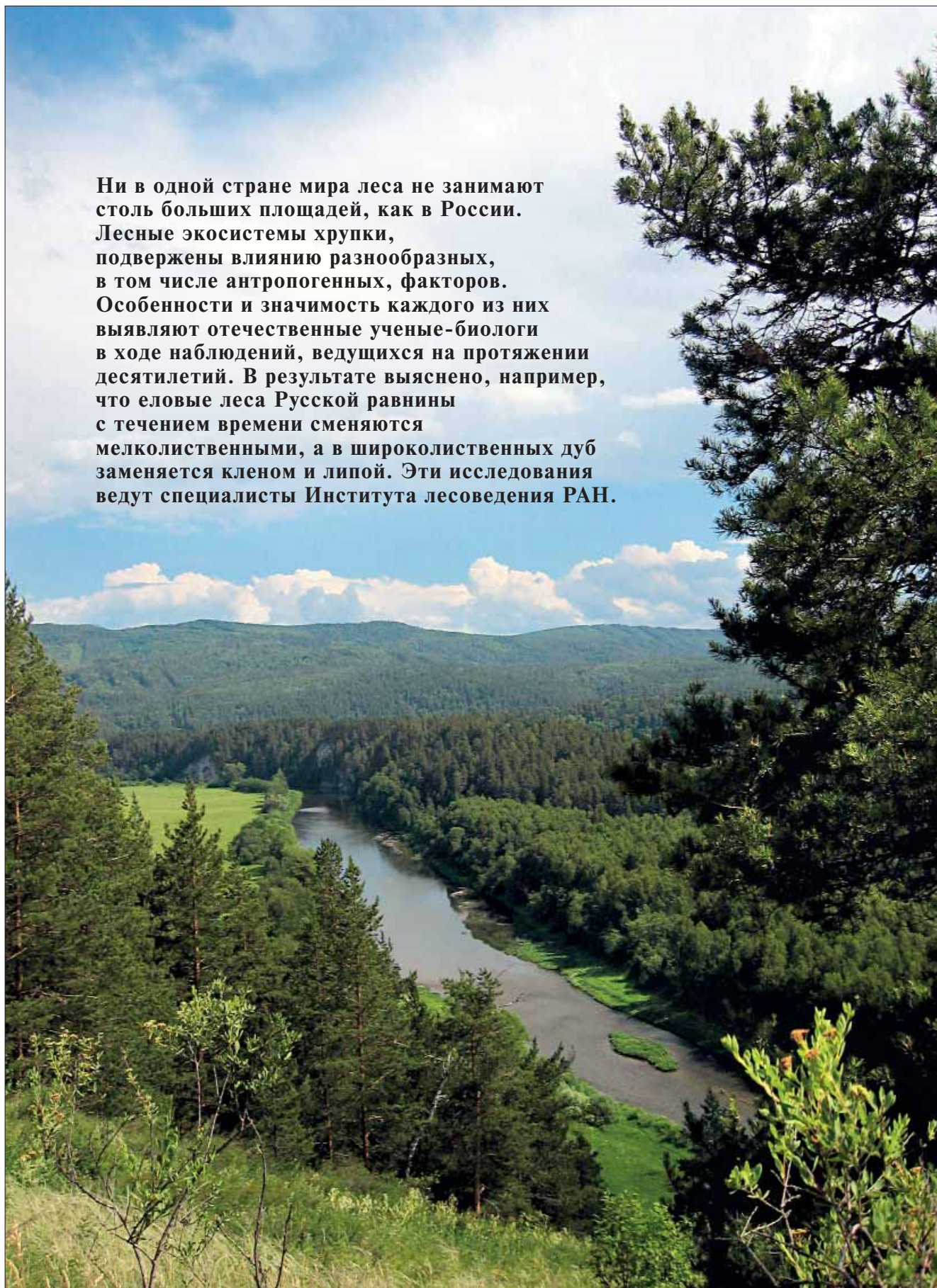
Российский прибор на американском марсоходе42

Переход на наноуровень56

Поле Ириновское65

Сетевой мониторинг климата.....95

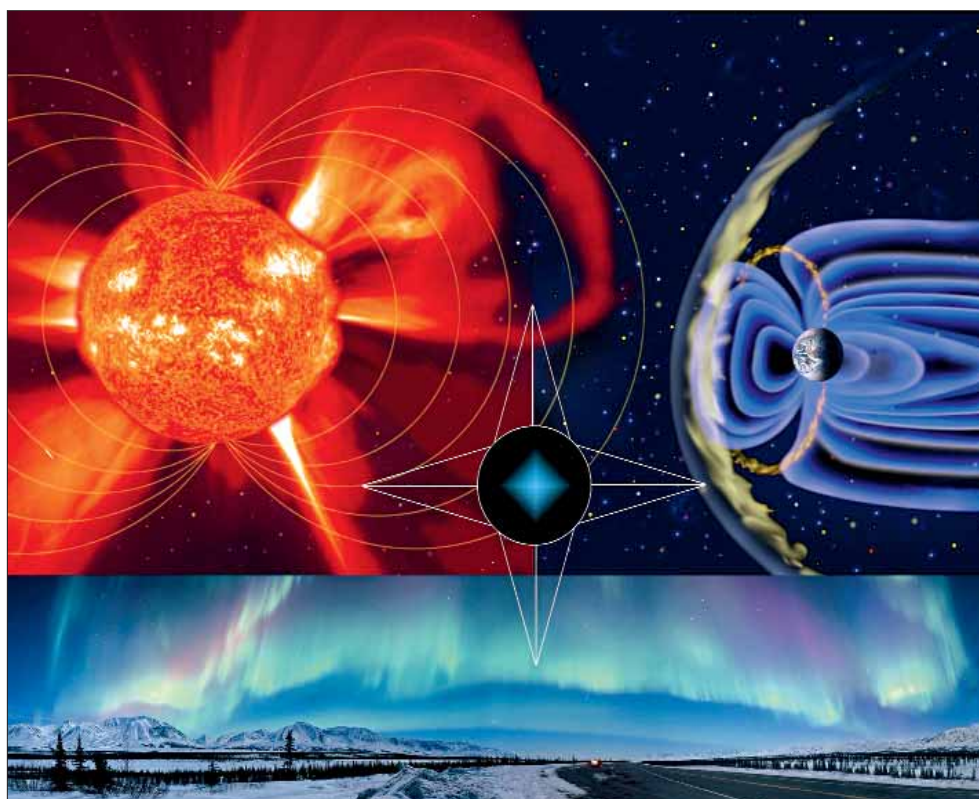
Ни в одной стране мира леса не занимают столь больших площадей, как в России. Лесные экосистемы хрупки, подвержены влиянию разнообразных, в том числе антропогенных, факторов. Особенности и значимость каждого из них выявляют отечественные ученые-биологи в ходе наблюдений, ведущихся на протяжении десятилетий. В результате выяснено, например, что еловые леса Русской равнины с течением времени сменяются мелколиственными, а в широколиственных дуб заменяется кленом и липой. Эти исследования ведут специалисты Института лесоведения РАН.



ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Академик Анатолий ГРИГОРЬЕВ,
вице-президент РАН, научный руководитель
Института медико-биологических проблем РАН,
доктор технических наук Александр МАКОСКО,
заведующий лабораторией моделирования
атмосферного переноса Института физики атмосферы
им. А.М. Обухова РАН,
кандидат технических наук Анна МАТЕШЕВА,
научный сотрудник того же института

В последние полтора десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к повышению частоты и экстремальности проявлений факторов окружающей среды, негативно влияющих на человека. В числе важнейших из них — погодные аномалии, гелио- и геомагнитные возмущения, экстремальные гидрометеорологические явления. Усугубляет их действие загрязнение атмосферного воздуха. И как следствие — растет заболеваемость и дополнительная смертность населения, ухудшается демографическая ситуация. При этом уровень массовой медицинской помощи в Российской Федерации часто не соответствует возникающим угрозам, что ведет к ощутимым экономическим потерям. Вот почему так актуальны сегодня исследования, названные авторами геомедицинскими. Они способствуют улучшению профилактики заболеваний, восстановительного лечения и реабилитации соответствующих групп населения страны.



Геоманнитные возмущения
и явления.

Организм человека хорошо приспособлен к влиянию окружающей среды. Однако способность переносить колебания ее параметров у каждого индивидуальна. Она зависит от возраста, пола, состояния здоровья, тренированности, профессиональной деятельности и др. Давно замечено, что погода сказывается на самочувствии отдельных лиц и групп людей, с ней связано распространение некоторых видов заболеваний. Даже среди практически здоровых до 35-45% метеочувствительны.

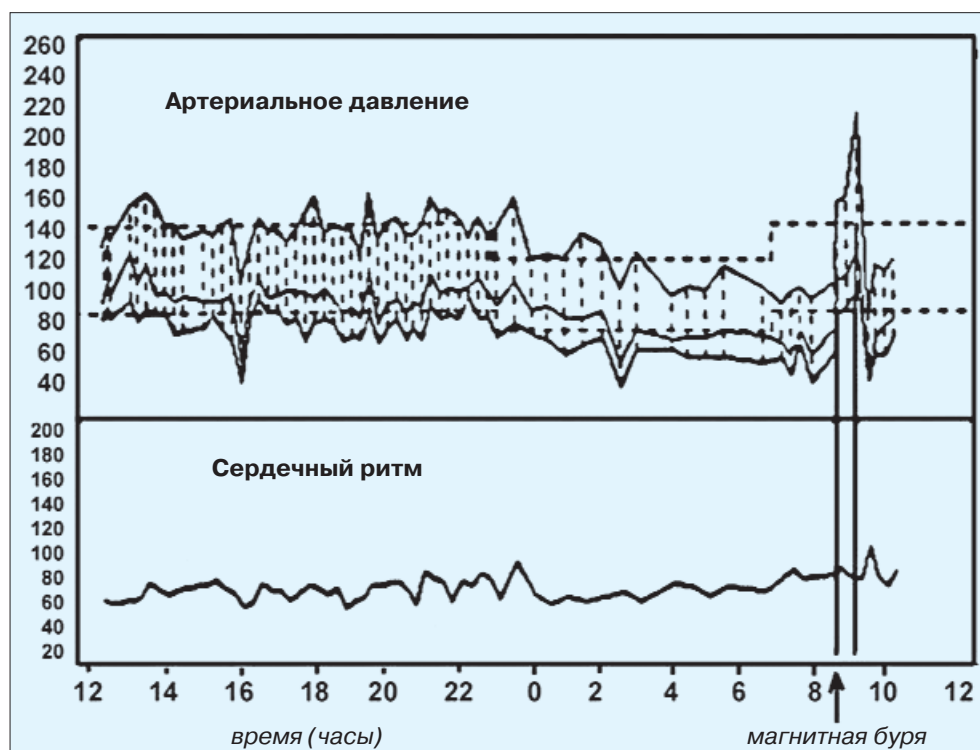
Установлено: изменения среднесуточной температуры воздуха, относительной влажности, колебания атмосферного давления, количества осадков и скорости ветра отрицательно влияют на состояние здоровья тех из нас, кто подвержен болезням сердечно-сосудистой системы и органов дыхания. В частности, обостряются гипертония, ишемическая болезнь сердца, аритмии, бронхиальная астма и т.д. Данные, полученные при экстренной госпитализации пациентов с инфарктом миокарда и инсультом, показывают, что при увеличении суточного перепада температур на каждый 1°C число первых возрастает на 1,9%, вторых — на 4,9%.

При повышенной солнечной и геомагнитной активности неблагоприятные реакции со стороны организма человека наблюдаются в виде нарушений работы сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной систем, системы крови. Действие гелиогеомагнитных факторов ведет к адаптационному стрессу, сопровождаемому сугубо индивидуальными реакци-

ми сосудистого тонуса, изменением показателей артериального давления, возрастанием коагуляции крови, нарушениями сердечного ритма. В итоге растет число гипертонических кризов, острых нарушений мозгового кровообращения, инфарктов миокарда и случаев внезапной смерти. По некоторым данным, магнитные бури способствуют, в частности, увеличению числа случаев инфаркта миокарда на 31%, инсультов — на 23%. При этом развитие упомянутых обострений может носить по времени опережающий, немедленный или отсроченный характер.

Исследование комплексного влияния геомагнитной активности и метеоусловий на здоровье показывает, что метеорологические факторы взаимосвязаны, в то время как геомагнитная активность может рассматриваться как действующая независимо от земной погоды.

Экстремально высокие и низкие температуры воздуха, длительные периоды жары и холода существенно повышают частоту обострений и смертность от сердечно-сосудистых, респираторных заболеваний и диабета. Так, интенсивная жара в августе 2003 г. повлекла за собой до 44 тыс. смертей в Европе. Неутешительны и отечественные данные. В Москве наиболее заметные тепловые волны, когда экстренная госпитализация и смертность достигали рекордно высоких значений, наблюдались летом 2001, 2002 и 2010 гг. Последствия затяжного холода наглядно продемонстрировала ситуация в январе-феврале 2006 г.: тогда аномально низкие температуры отмечались в



Подъем артериального давления после начала магнитной бури у пациента с ишемической болезнью сердца по результатам 24-часового наблюдения. (По данным Т. Бреус, Институт космических исследований РАН.)

столице в течение 26 дней и вызвали повышенную смертность пожилых людей. Во время температурных волн, когда экстремально высокие или экстремально низкие температуры сохраняются в течение длительного периода, число сердечно-сосудистых катастроф, как показали результаты исследований в ряде российских городов, значительно возрастает по сравнению со средними значениями в сезон.

Отметим и другие негативные эффекты погодных отклонений. Продолжительная жара создает условия для роста инфекционных заболеваний, переносчиками которых являются насекомые (малярия, геморрагические лихорадки различного типа, клещевой энцефалит). При такой повышенной температуре возрастает количество психиатрических обострений, в частности, увеличивается число случаев суицидов. Установлено также, что жара и излишняя влажность воздуха провоцируют, например, в Москве около 1 тыс. дополнительных алкогольных психозов в год, а в целом по России — более 10 тыс.

Особую опасность для здоровья населения представляют экстремальные гидрометеорологические явления (ураганы, шквалы, наводнения, засухи и т.д.) и их последствия, способные нанести серьезный физический вред большому числу людей и вызвать огромные экономические потери.

Впрочем, существенно на комфортность условий существования человека влияют не только геофизические факторы, но и экологические. Например, из-за примесей, содержащихся в атмосфере, увеличивается агрегация тромбоцитов, свертываемость крови, что способствует развитию ишемической болезни

сердца. А на фоне неблагоприятных метеоусловий или в периоды блокирующих процессов в атмосфере повышенное загрязнение воздуха усугубляет негативное воздействие погоды на здоровье человека. Проведенная за последние 15 лет свыше чем в 30 городах нашей страны оценка риска заболеваний населения от техногенного загрязнения атмосферы выявила высокий уровень опасности для здоровья во многих из них. Результаты долгосрочного прогноза показали: с учетом возможных сценариев изменения климата указанная опасность может возрасти.

Особенно наглядно последствия экстремальных атмосферных условий продемонстрировало лето 2010 г., когда продолжительные высокие температуры и резкое ухудшение качества воздушной среды привели к огромным человеческим и экономическим потерям. Причем значительное повышение концентраций токсичных химических веществ в воздухе было вызвано не только продуктами горения множества лесов и торфяников, но и неблагоприятными метеорологическими условиями, способствовавшими накоплению загрязнений в приземном слое атмосферы. В результате дополнительная смертность населения России в июле-августе 2010 г. составила по предварительным оценкам около 58 тыс. человек, что намного больше ежегодной смертности из-за дорожно-транспортных происшествий.

Полученные на сегодняшний день результаты исследований показывают, что, как уже упоминалось, особую зависимость от условий окружающей среды испытывают люди с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, как одного из важнейших факто-



Москва в дыму. Лето 2010 г.

ров, определяющих адаптацию организма. Вместе с тем очень уязвимы органы дыхания, нервная и эндокринная системы. Однако в настоящее время все чаще высказываются предположения о взаимосвязи и многих других нарушений в организме с негативным воздействием окружающей среды. В первую очередь речь идет о сбоях в иммунной системе и новообразованиях: в этих случаях непросто установить зависимость состояния здоровья от неблагоприятных внешних условий. В связи с этим вопросы чувствительности различных органов и систем человека к влиянию геофизических и экологических факторов требуют пристального внимания и дальнейшего детального изучения.

Кстати, сегодня проблема воздействия окружающей среды на здоровье приобрела новое содержание и стала еще актуальнее в связи с наблюдаемым изменением глобального климата* и его региональных проявлений. Увеличивается число дней с аномально высокими и/или низкими температурами, а также частота экстремальных гидрометеорологических явлений. Вместе с тем растут площади засушливых земель, уменьшаются объемы доброкачественной пи-

тывой воды и т.д. При этом изменяется частота и специфика болезней, передаваемых с водой (вследствие низкого качества водоснабжения и санитарии).

Правда, следует отметить: экспертные оценки возможных климатических изменений неоднозначны. Часть ученых склоняются к мысли о начале глобального похолодания. Но еще несколько лет назад среди специалистов доминировало представление о глобальном потеплении, были рассчитаны возможные его сценарии*. Например, при потеплении климата в Северном полушарии согласно этим сценариям должна увеличиться повторяемость аномальных состояний погоды (по меньшей мере, на локальном уровне). Возрастет вероятность таких явлений, как штормы, тайфуны, ураганы, увеличится число дней с высокой температурой воздуха, когда, как правило, наблюдается и повышенный уровень загрязнения атмосферы.

Последствия глобального потепления для здоровья различны для жителей различных регионов нашей страны, сельчан и горожан, разных возрастных групп. Так, существенный рост температуры воздуха и снижение количества осадков на юге европейской части России и Урала в летний период могут привести к увеличению сельскохозяйственных площадей, подвер-

*См.: О. Сорохтин. Глобальное потепление: причины истинные и мнимые. — Наука в России, 2010, № 2; О. Сиротенко, В. Романенков. Климат и эволюция биосферы: Россия XX–XXI вв. — Наука в России, 2007, № 6 (прим. ред.).

*См.: Ю. Израэль. Грозит ли нам климатическая катастрофа? — Наука в России, 2004, № 4 (прим. ред.).



Среднесуточная температура воздуха в Москве, концентрация частиц дыма с размерами более 10 мкм и превышение смертности над средним уровнем в июле-августе 2010 г. (По данным А. Гинзбурга, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН.)

женных засухе и, как следствие, к недостатку продуктов питания. А дефицит воды для питьевых и санитарно-бытовых нужд, засоление почв, опустынивание земель и вынос с них пыли, распространение насекомых повышают риски для здоровья населения упомянутых территорий.

Далее. По мнению ряда исследователей, на российском севере ожидается значительное повышение температуры воздуха и мерзлых грунтов. Это может заметно уменьшить надежность фундаментов зданий и технических сооружений, существенно увеличит восприимчивость коренного населения к непривычным для него болезням, характерным для регионов с более теплым климатом.

Для минимизации негативных эффектов на здоровье уже сейчас необходимо наладить раннее предупреждение о наступлении периодов сильной жары, экстремальных природных явлений, укрепить систему эпидемиологического надзора. Важно также проводить постоянный сбор медицинской, метеорологической, экологической и социально-экономической информации на местном, региональном и национальном уровнях. Требуется разработка комплексных мер по адаптации человека к последствиям изменения климата.

Подобные меры обсуждаются в мире с конца 80-х годов прошлого столетия. Страны Евросоюза уже сейчас пытаются предотвратить негативное влияние климатических изменений. В частности, в большинстве из них подготовлены планы действий по защите

здоровья населения в периоды экстремальной жары. Адаптационные программы, по-видимому, следует создавать и в России, в первую очередь в мегаполисах, южных и приарктических городах, с учетом уже наступивших или грядущих климатических особенностей. Тем более, что в нашей стране экстремально жаркое лето 2010 г. продемонстрировало явно недостаточную готовность государственных и муниципальных властей к предупреждению и смягчению негативного воздействия экстремальных погодных условий и вызываемых ими экологических и медицинских последствий.

Анализ состояния работ в данной области в Российской Федерации показывает, что, несмотря на высокую актуальность и практическую значимость этой проблемы, она еще далека от своего решения. В связи с этим учеными Российской академии наук, начиная с 2002 г., совместно со специалистами Российской академии медицинских наук и Минздравсоцразвития РФ ведутся соответствующие исследования по проблеме влияния погодных условий, изменения климата и загрязнения окружающей среды на здоровье населения в рамках Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

За этот период сотрудники Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова проводили оценку влияния антропогенной деятельности на качество воздуха в бассейне московского мегаполиса, а также мониторинг состояния аэро-



Наблюдения за погодой на метеостанции МГУ им. М.В. Ломоносова.

зольного и газового загрязнения атмосферы в юго-западной части Москвы, совмещенный с анализом метеосиноптических процессов на основе специально создаваемых прогнозов Гидрометцентра РФ.

Создание единой системы медицинского прогноза погоды для курортного региона Кавказские Минеральные Воды позволило за счет профилактических мероприятий значительно снизить здесь метеозависимость больных сердечно-сосудистыми недугами и повысить качество курортного восстановительного лечения. Созданы основы системы медицинского прогноза погоды для Московского региона. При участии специалистов Института физики атмосферы РАН, Российского кардиологического научно-производственного комплекса, Гидрометцентра РФ, Пятигорского НИИ курортологии, Центральной клинической больницы РАН, Института народнохозяйственного прогнозирования РАН разработаны основы научно обоснованной методики оценки влияния климатических и метеорологических факторов на лиц с патологиями сердечно-сосудистой системы, страдающих ревматизмом, мигренью и другими нарушениями здоровья. В Институте космических исследований РАН накоплен и проанализирован обширный материал, касающийся проявления эффектов космической погоды на уровне реакции групп людей в виде роста инфарктов миокарда и случаев

внезапной смерти, возникновения гипертонических кризов. Выполненные работы доказывают, что биологические системы всех уровней организации — от клеточного до популяционного — чувствительны к действию факторов космической погоды.

В результате исследований, выполняемых в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, установлено, что нарастание содержания в водах суши тяжелых металлов, обусловленное воздушным распространением этих элементов в глобальном масштабе, наряду с пищей и воздухом, играет важную роль в поступлении токсичных веществ в организм человека.

В Центральной клинической больнице РАН проведены исследования по влиянию мезодиэнцефальной модуляции (воздействие импульсными токами низкой частоты на головной мозг) на качество жизни пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Была подтверждена связь между перепадами температуры воздуха, атмосферного давления, изменениями геомагнитного поля и состоянием страдающих гипертонической болезнью. В результате использование в комплексной терапии указанного метода позволило добиться реальной профилактики обострений соответствующих заболеваний.

В той же больнице выполнены измерения коротко-периодных изменений давления на микробарографе

Института физики атмосферы РАН. В итоге проанализировано состояние пациентов в зависимости от погодных условий.

Учеными Института народнохозяйственного прогнозирования РАН показано, что длительные периоды как аномально высоких, так и низких температур воздуха существенно влияют на показатели смертности населения от заболеваний сердечно-сосудистой системы и органов дыхания.

В целом же надо отметить, что сотрудниками ряда институтов РАН в последнее время выявлены некоторые закономерности динамики параметров окружающей среды и медицинских показателей, установлены причинно-следственные связи между процессами в биосфере и заболеваемостью людей, сформулированы основы системного медико-экологического мониторинга.

Результатом активизации исследований в области воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека стало создание в 2009 г. в Центральной клинической больнице № 1 ОАО «РЖД» Отделения метеопатологии. Его аналог планируется открыть на базе ЦКБ РАН (г. Москва).

Помимо этого ближайшей перспективой является создание сотрудниками Института физики атмосферы РАН интернет-сайта «Окружающая среда и здоровье», на котором будут представлены оценки рисков и прогноз негативных воздействий окружающей среды на здоровье людей, а также справочная и оперативная информация для специалистов с целью принятия ими своевременных профилактических мер для предупреждения или смягчения метеопатических реакций, а также патологических расстройств у лиц, находящихся в группах риска.

Благодаря этим и другим работам отечественных ученых стало возможным поставить задачу об оценке суммарных эффектов воздействия природных и антропогенных факторов на развитие экстремальных гидрометеорологических и экологических условий и их опасности для человеческого организма. Однако пока отсутствуют адекватные модели и методы корректного учета влияния таких условий на здоровье каждого из нас. Явно недостаточны сведения медицинского, гидрометеорологического и особенно экологического мониторинга для валидации (утверждения) разрабатываемых в России и за рубежом моделей влияния геофизических и экологических факторов на здоровье человека и населения в целом.

Однако геомедицинские исследования не ограничиваются только изучением неблагоприятных воздействий внешней среды на здоровье людей и оценкой их рисков. Так как последствия влияния погоды, изменения климата и загрязнения среды вызывают большие экономические потери и снижают качество жизни населения, представляется крайне важным рассмотреть социально-экономические аспекты

этой проблемы (оценка и прогноз экономических рисков, анализ соответствующих последствий и рекомендации по их смягчению, в том числе вопросы страхования). С этой целью в РАН разработаны основы социально-экономической адаптации к последствиям загрязнения атмосферы, которые направлены на снижение потерь от экологически обусловленных заболеваний и повышение качества жизни населения.

Сегодня есть необходимость интеграции исследований по рассмотренной проблеме в одно направление «Геомедицина», работы по которому должны координироваться междисциплинарным научным советом, состоящим из ведущих специалистов в соответствующих областях знания. Причем наблюдаемое изменение климата повысило приоритетность данной задачи. Вот почему ныне проводимые РАН исследования выходят на более высокий, государственный уровень. Так, по инициативе академика Евгения Чазова разработан и находится на этапе согласования проект Государственной программы, направленной на смягчение негативного комплексного воздействия на здоровье населения факторов окружающей среды и адаптацию к ним в условиях изменяющегося климата. Исполнителями данной программы планируются Минздравсоцразвития России, РАН и РАМН с привлечением Росгидромета, Росстата и МГУ им. М.В. Ломоносова.

Полученные результаты и выводы, вероятно, привлекут за собой внесение соответствующих изменений в законодательство, корректировку стандартов как экологических, так и медицинского обслуживания, социального обеспечения, санитарно-гигиенических и технических требований к условиям жилых территорий, различных производств и объектов инфраструктуры.

В заключение отметим: в развитых странах ежегодно растут расходы на медицину, связанные с реализацией планов по сокращению дополнительных заболеваемости и смертности вследствие негативного воздействия окружающей среды, степень которого в условиях изменения климата повышается. В связи с этим и в России необходимо ускоренное развитие фундаментальных и прикладных геомедицинских исследований для построения эффективной системы смягчения и адаптации к условиям окружающей среды и ее изменениям.

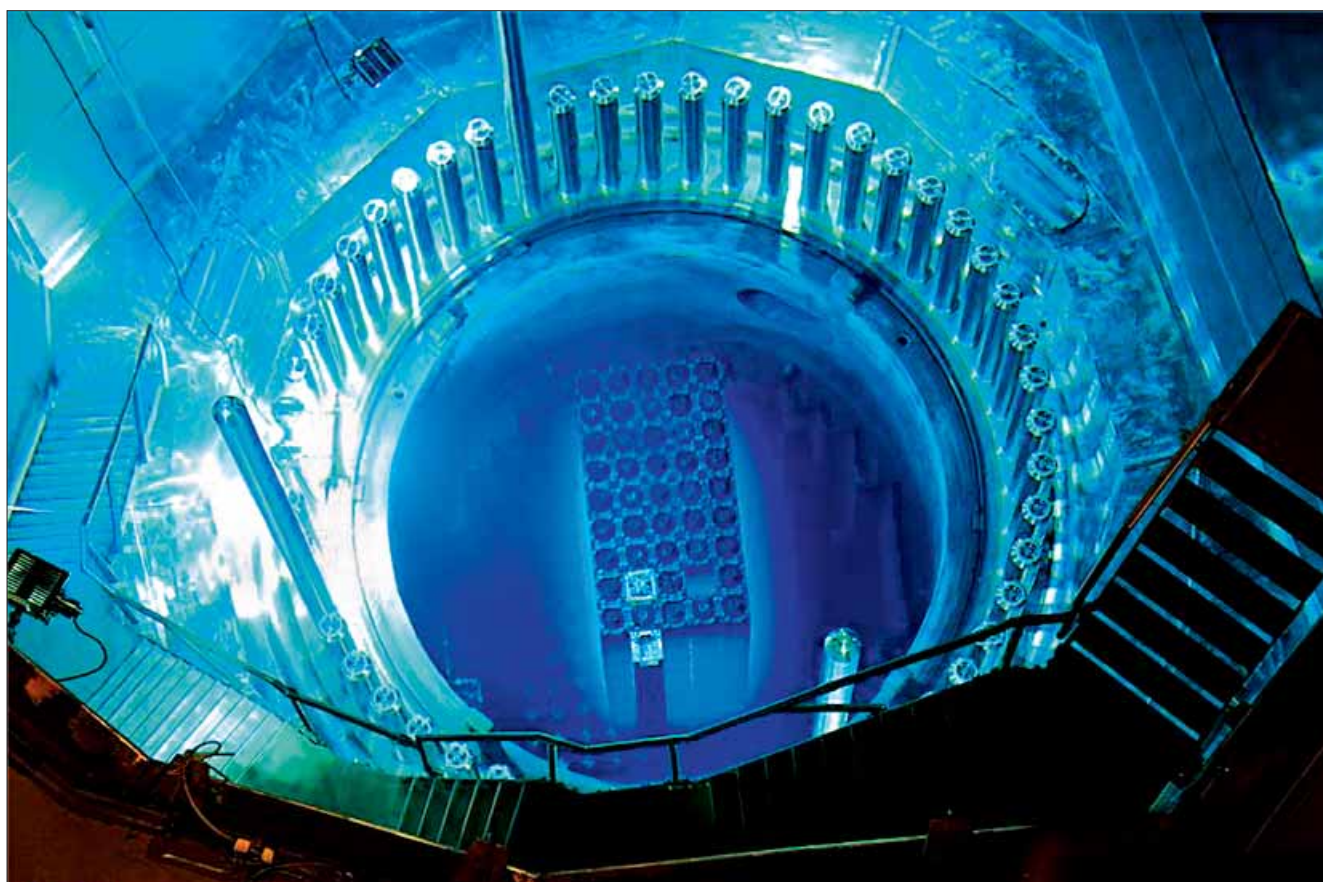
АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: НОВЫЙ ПОДХОД



Атомная энергетика — ценное достижение человечества и в то же время это колоссальная угроза, что, к сожалению, подтвердилось трагическими событиями, произошедшими на Фукусиме (Япония) в 2011 г. Столь глобальные происшествия ставят мировые державы перед серьезным вопросом: отказаться от использования энергии деления атомов или совершенствовать реакторы и делать их более надежными? В июне 2011 г. в Уральском научно-исследовательском институте человека (УНИИЧ) состоялось заседание «круглого стола» на тему «Ядерные реакторы новых поколений». О некоторых обсуждаемых там темах и идеях пишет в статье корреспондент газеты «Наука Урала» М. Бычкова.

В России замены атомной энергетике пока не существует, масштабам нашей страны совершенно не подходят альтернативные источники топлива, такие как ветряные мельницы или солнечные батареи. Отказаться от ядерной энергетике, как сделала Германия, мы тоже не можем, и остается отечественным ученым искать свои способы решения столь важной проблемы. Председатель «круглого стола», президент УНИИЧ и глава Комитета по науке и наукоемким технологиям Госдумы РФ академик Валерий Черешнев предложил придерживаться стратегии «обогнать, не догоняя» в вопросах развития энергетики.

Реактор.



Свечение уже отработанных в атомном реакторе стержней в бассейне выдержки.

Сегодня наиболее распространены реакторы с твердотельными ТВЭЛами (тепловыделяющими элементами, содержащими ядерное топливо), в которых в качестве теплоносителя используют воду. Достоинства таких установок — относительная простота конструкции, малые затраты мощности на перекачку воды насосами, ее дешевизна. Но в аварийной ситуации они могут стать причиной катастрофы, как это и случилось на Фукусиме, причем, реакторы с твердотельными ТВЭЛами не раз демонстрировали недостаточную внутреннюю безопасность. Поэтому профессор физико-технического факультета Уральского федерального университета Сергей Распопин представил участникам «круглого стола» проект разработанного уральскими учеными реактора с расплавленной активной зоной.

Особенность новинки — мобильная активная зона в виде солевых и металлических расплавов, что упрощает эксплуатацию ядерного реактора и позволяет перейти к замкнутому топливному ядерному циклу. Ведь сегодня на их охлаждение уходит огромное количество воды. А вновь предложенный реактор с активной зоной дает возможность создания безводного цикла, обладает высоким уровнем внутренней безопасности, сам останавливается при аварии, снижая риск возникновения критических ситуаций. Со-

левой расплав в качестве активной зоны имеет уникальное свойство: протекающие в нем ядерные реакции не меняют свойства расплава. Свинец в роли теплоносителя не только отводит тепло, но и поглощает многие радиоактивные изотопы, снижая активность реактора. Как утверждают разработчики, он абсолютно безопасен и имеет все шансы стать первой ступенью в развитии атомной энергетики нового поколения. Реализация такого проекта требует больших затрат, но она просто необходима в целях безопасности всего мира. Поэтому Сергей Распопин и его коллега, заведующий кафедрой редких металлов и наноматериалов физико-технического факультета того же университета Аскольд Бекетов всеми силами пытаются привлечь внимание к своим трудам и получить поддержку государства.

Бычкова М. «Сцилла и Харибда атомной энергетики». — Газета «Наука Урала», 2011, №16-17

Иллюстрации с интернет-источников

Материал подготовила Ольга АРТЮХИНА

ОРГАН РАВНОВЕСИЯ

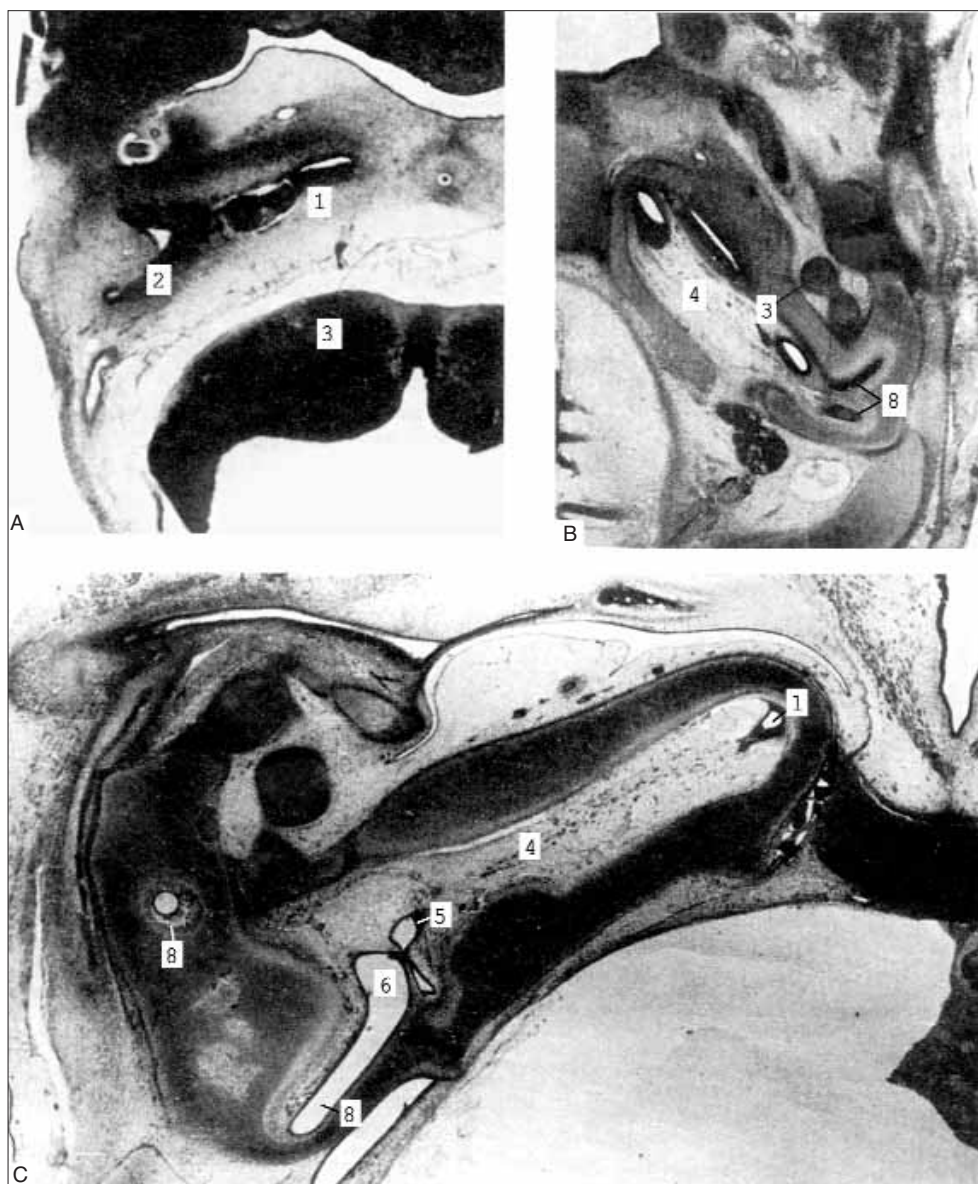


Доктор биологических наук Галина СОЛНЦЕВА,
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН (Москва)

Вестибулярный аппарат, благодаря которому люди и животные способны ощущать положение и движение собственного тела в пространстве, хорошо изучен нами в структурном плане. Во многих сферах человеческой деятельности эти данные имеют серьезное прикладное значение. Биологов же знание морфологии слуховой системы и органа равновесия различных групп млекопитающих приблизило к пониманию пути их эволюционного развития, обусловленного изменениями среды.

Правда, на вопрос о происхождении вестибулярного аппарата млекопитающих у ученых пока нет единого ответа. Согласно самой известной из существующих гипотез, звери «получили» его от рыб, чьи органы боковой линии (они расположены на поверхности тела с обеих сторон — от жабер-

ных щелей до хвоста), предназначенные для восприятия движения и вибрации воды, трансформировались при изменении условий обитания. У млекопитающих новым функциям органа равновесия соответствует особая его структура, он размещен глубоко в черепе и лишен контакта с внешней средой.



Развитие органов слуха и равновесия у зародыша кита (малого полосатика):
А – деление слухового пузырька на улитку и вестибулярный аппарат,
В, С – вестибулярный аппарат вдвое меньше улитки.

1 – улитковый канал;
2 – вестибулярный аппарат (полукружные каналы);
3 – мозг;
4 – улитка;
5 – саккулюс;
6 – утрикулус;
8 – полукружный канал.

Для того чтобы понять, как работает вестибулярный аппарат позвоночных животных, необходимо хорошо представлять строение их периферической слуховой системы*. В 1960-1970-е годы я, тогда специалист-морфолог Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, изучала соответствующие особенности наземных, подземных, воздушных, полуводных и водных млекопитающих (эту работу нам поручили в связи с возникшим на государственном уровне интересом к эхолокационным способностям дельфинов). Мы проанализировали изменения структуры органов слуха и равновесия у представителей разных экологических групп на пути их адаптации к водному образу жизни и в итоге нашли морфологические признаки, отражающие путь эволюцион-

ного развития животных, что было высоко оценено научным сообществом. Наши исследования продолжались в последующие десятилетия и сегодня по-прежнему привлекают внимание специалистов: не случайно имя автора настоящей статьи включено в 29 том книги «Who is who in the world» (2012).

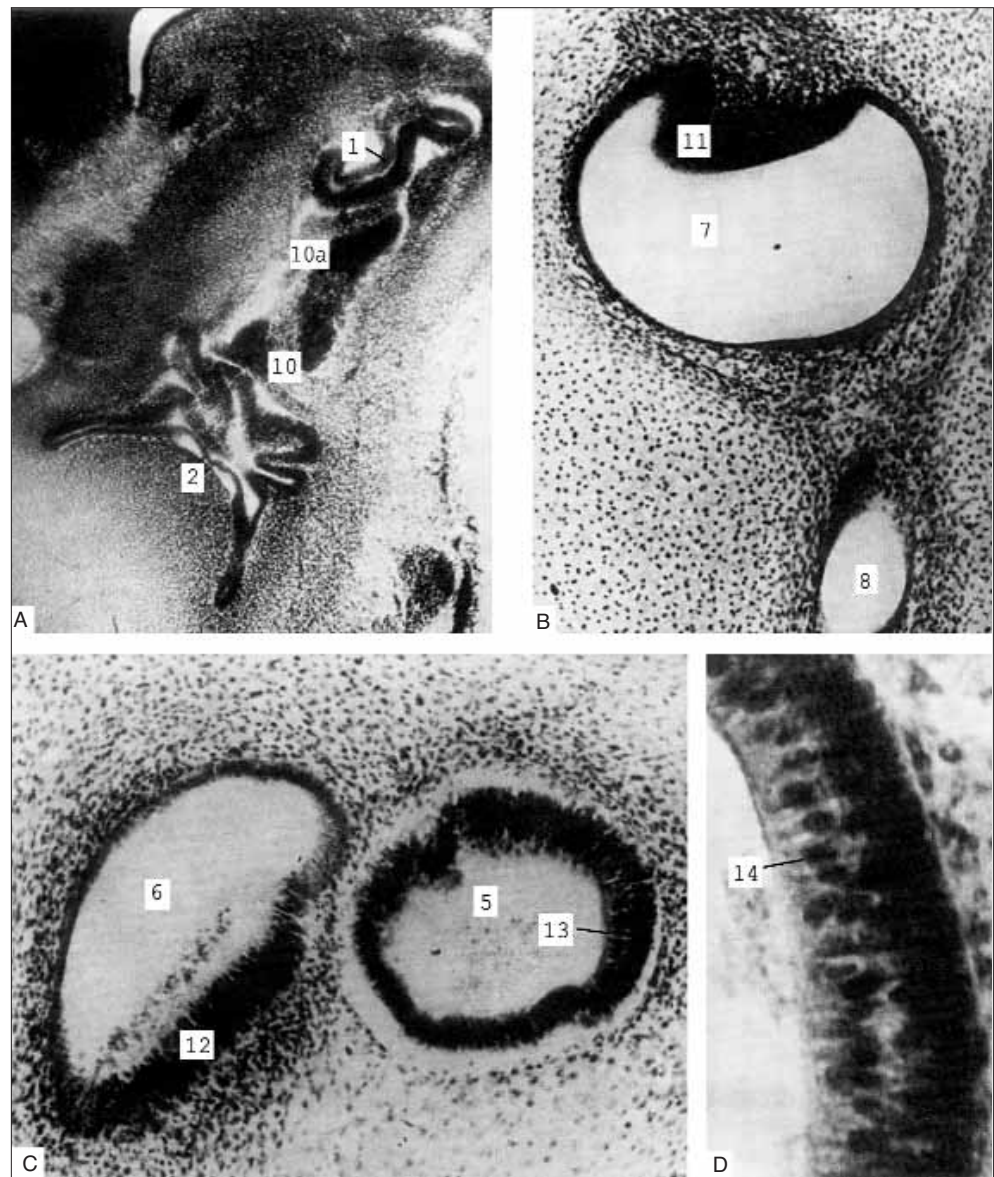
ИЗОЛИРОВАННО ОТ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Прежде чем сравнивать заинтересовавшие нас особенности разных экологических групп млекопитающих, обратимся к современным представлениям о морфологии их слуховой системы. Вспомним, у млекопитающих внутреннее ухо находится в каменной части (или пирамиде) височной кости. Из-за сложности в строении его также называют лабиринтом. На самом деле таковых два – костный и перепончатый. Первый включает орган слуха (улитку) и струк-

*См.: Г. Солнцева. Миры звуков и анатомия слуха. — Наука в России, 2009, № 2 (прим. ред.).

**Развитие органов слуха
и равновесия у зародыша
дельфина-стенеллы:**

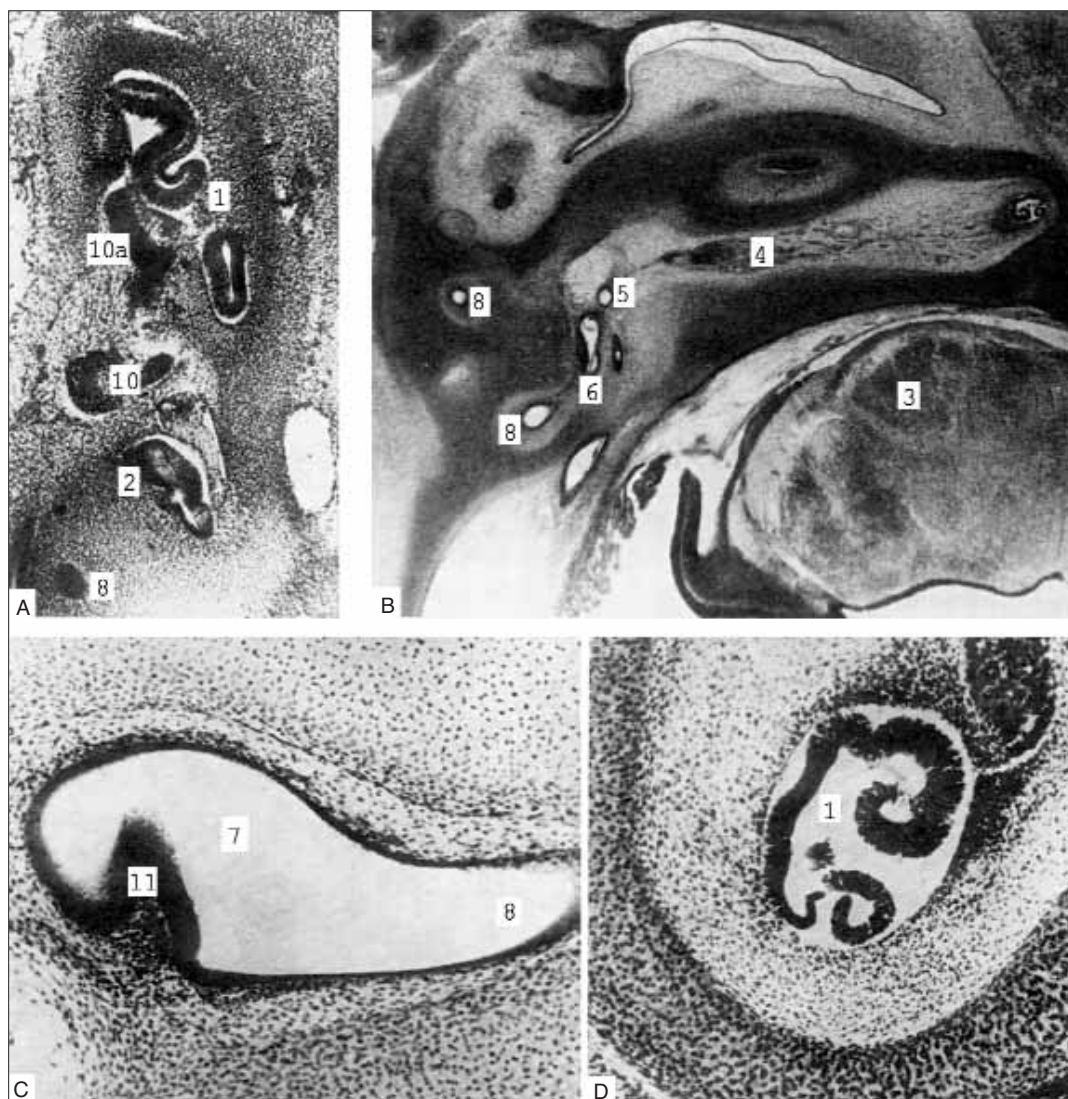
- А** – деление слухового
пузырька на улитку
и вестибулярный аппарат,
В – криста в ампуле
полукружного канала,
С – саккулюс и утрикулус,
Д – начало клеточной
дифференцировки
саккулярной макулы.
1 – улитковый канал;
2 – вестибулярный аппарат
(полукружные каналы);
5 – саккулюс;
6 – утрикулус;
7 – ампула полукружного
канала;
8 – полукружный канал;
10 – вестибулярный нерв;
10а – кохлеарный нерв;
11 – ампулярная криста;
12 – утрикулярная макула;
13 – саккулярная макула;
14 – рецепторные клетки
саккулярной макулы.



туры вестибулярного аппарата — три весьма сложно устроенных полукружных канала с овальной полостью (преддверием), отделяющей их от улитки. Перепончатый лабиринт лежит внутри костного и по форме обычно повторяет его, но он значительно меньше, со стенками, образованными плотной соединительной тканью.

Далее представим себе, как выглядит орган равновесия млекопитающих. Это — замкнутая система двух перепончатых мешочков — округлого (саккулюса), овального (утрикулуса) и трех полукружных каналов, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях и открывающихся в утрикулус, на входе образуя расширение — «ампулу». Перепончатый лабиринт полукружных каналов (так же, как и улитки) заполнен жидкостью, эндолимфой, а с внешней стороны омывается перилимфой.

Теперь рассмотрим структуру вестибулярного аппарата подробнее. На внутренней поверхности саккулюса и утрикулуса имеются специальные образования — слуховые пятна (макулы) и слуховые гребешки (кристы) с рецепторными, или волосковыми, клетками, к которым подходят волокна нерва преддверия. Кристы обычно ориентированы перпендикулярно плоскости полукружного канала и расположены в его расширении, отчего их называют ампулярными. Каждая из них покрыта рецепторным эпителием, либо покрывающим оба ее склона и вершину, либо сосредоточенным в ее средней части. Помимо волосковых клеток, он включает и опорные, между ними проходят нервные волокна, способные возбуждать рецепторные клетки. Чуть выше в ампуле находится желатиноподобная мембрана, так называемая купула, с большим количеством влаги.

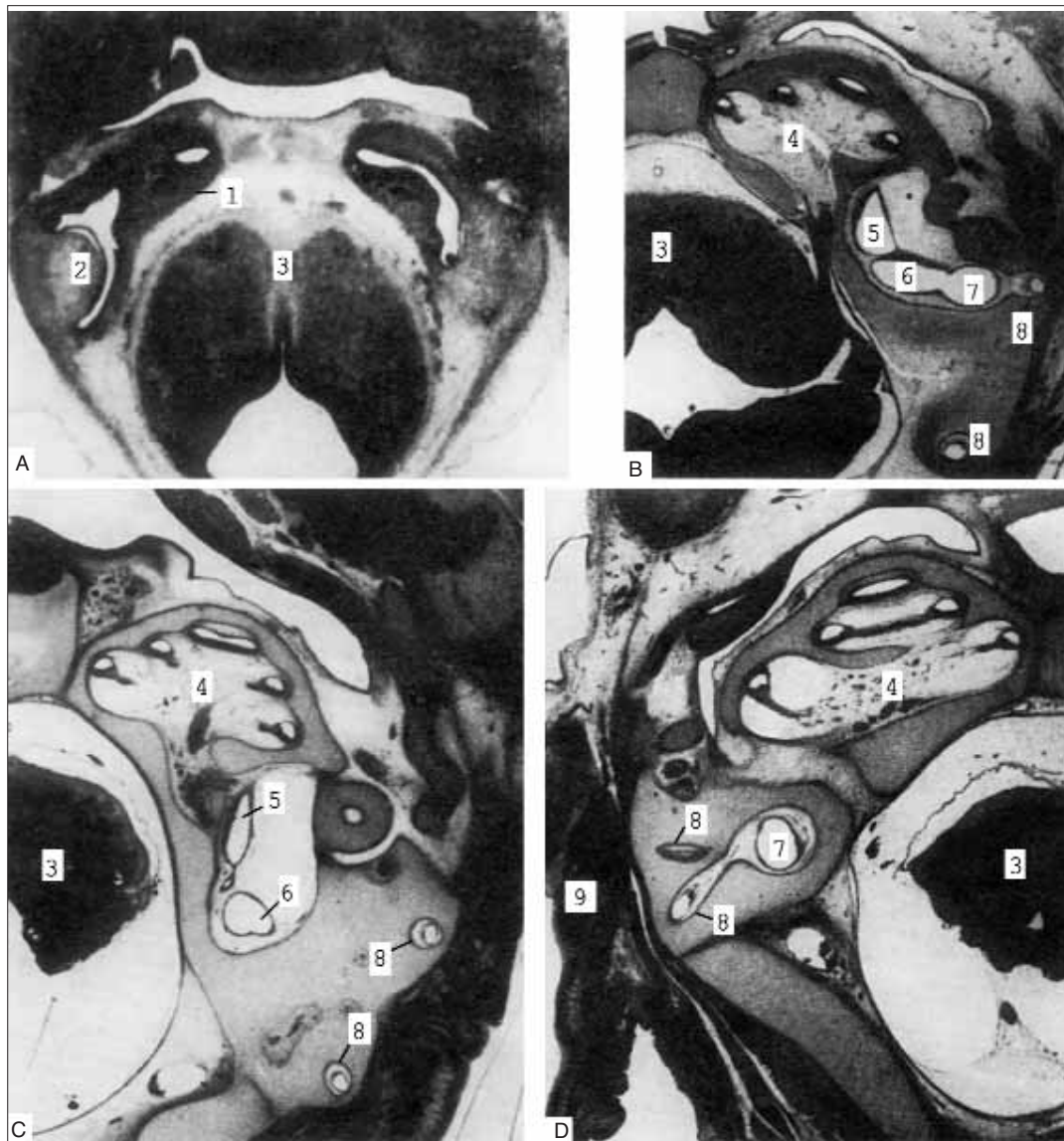


Развитие слуховых и вестибулярных структур у зародыша белухи:
А – деление слухового пузырька на улитку и вестибулярный аппарат;
В – большая улитка и маленький вестибулярный аппарат; **С** – криста в ампуле полукружного канала;
Д – нижний оборот улитки и формирование улиткового канала.
 1 – улитковый канал; 2 – вестибулярный аппарат (полукружные каналы); 3 – мозг; 4 – улитка;
 5 – саккулус; 6 – утрикулус; 7 – ампула полукружного канала; 8 – полукружный канал;
 10 – вестибулярный нерв; 10а – кохлеарный нерв; 11 – ампулярная криста.

Итак, мы вплотную подошли к механизмам действия вестибулярного аппарата. У позвоночных животных его рецепторы, реагирующие на смещение тела, как уже говорилось, заложены в кристах и макулах. Вот почему так важны эти структуры. При повороте головы, наращивании или снижении скорости движения меняется давление эндолимфы на чувствительные клетки слуховых пятен и гребешков, что, в свою очередь, вызывает возбуждение нерва преддверия, затем возникший импульс передается в головной мозг – в его коре возникает ощущение положения тела в пространстве. Соответственно происходит рефлекторное изменение тонуса различных групп

мышц. Благодаря данному механизму млекопитающие и способны сохранять равновесие.

Из рецепторов равновесия поступают сигналы двух типов: статические (обусловленные положением тела) и динамические (связанные с ускорением). И те, и другие возникают при механическом раздражении чувствительных волосков в результате смещения желеобразных купул либо известковых образований эндолимфы – отолитов, обычно более плотных, чем окружающая их жидкость. Вследствие разной инерции эндолимфы и купулы последняя при ускорении тела сдвигается, причем сопротивление трения в тонких каналах служит демпфером



Так развиваются слуховые и вестибулярные структуры у зародышей серой крысы (А) и домашней свиньи (В, С, D).

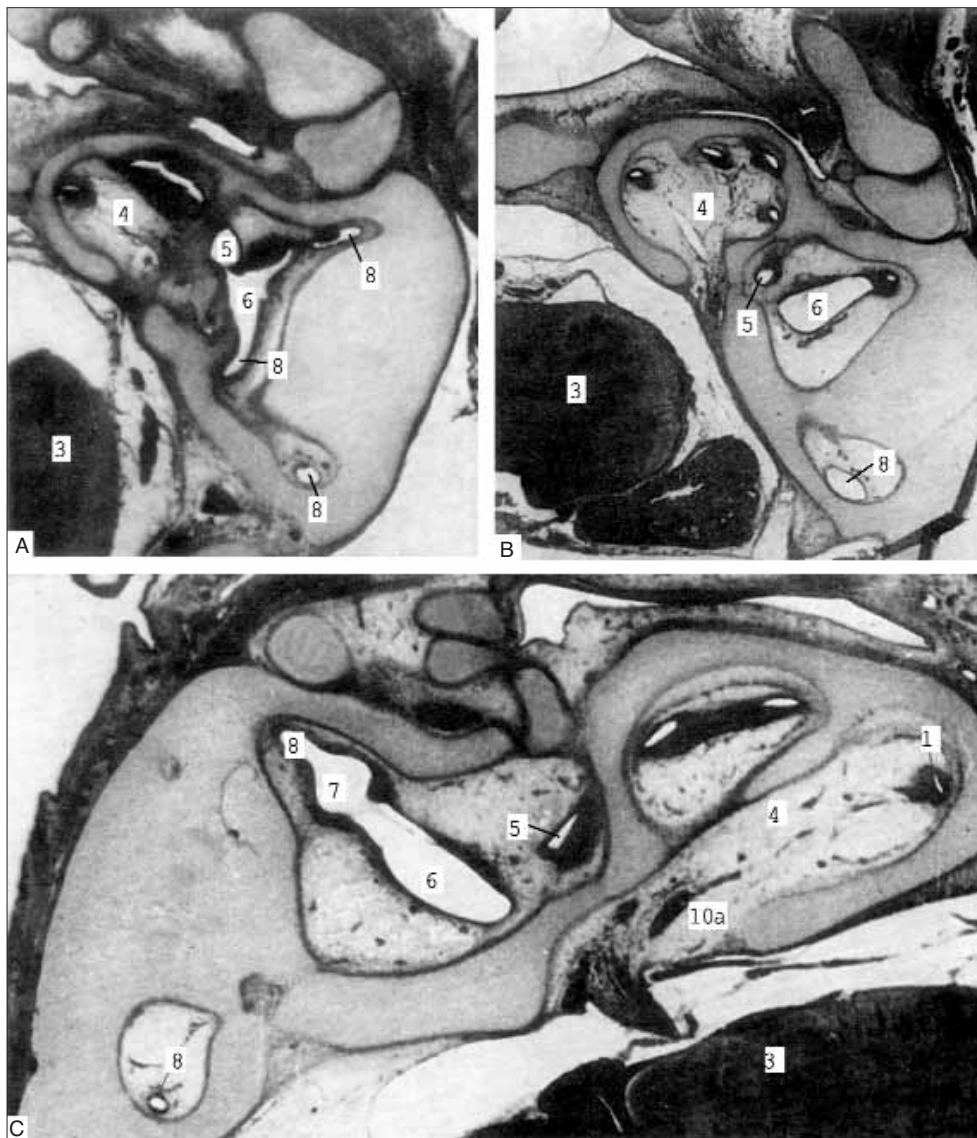
1 – улитковый канал; 2 – вестибулярный аппарат (полукружные каналы);
3 – мозг; 4 – улитка; 5 – саккулюс; 6 – утрикулус;
7 – ампула полукружного канала; 8 – полукружный канал; 9 – ушная раковина.

(глушителем) всей системы. Овальный мешочек, утрикулус, играет ведущую роль в восприятии положения тела и, вероятно, участвует в ощущении вращения, за что его называют органом гравитации. Круглый же мешочек, саккулюс, необходим для восприятия вибраций.

АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ

Мозг «узнает» о возбуждении рецепторных клеток вестибулярного аппарата через посредство соответствующей ветви слухового нерва. В ответ на сигнал о раздражении возникает ряд рефлексов (ослабление или усиление тонуса мышц шеи, туловища и конеч-

ностей), позволяющих сохранить равновесие при изменении положения тела. У человека при этом могут развиваться признаки укачивания, характерные для морской болезни (головокружение, нарушение сердечной деятельности и ритма дыхания, тошнота, рвота). Но частое повторение таких неприятных ситуаций ведет к постепенному ослаблению вышеописанной реакции. Подобное привыкание – основа вестибулярной тренировки, применяемой при физической подготовке моряков, летчиков, космонавтов и др. Она включает движения, раздражающие орган равновесия (наклоны, повороты, прыжки, упражнения на батуте, перекладине и т.п.), а также повторное



Развитие слуховых и вестибулярных структур у зародыша моржа:
А – эндолимфатический проток,
В, С – формирование саккулюса и утрикулюса.
 1 – улитковый канал;
 3 – мозг; 4 – улитка;
 5 – саккулюс; 6 – утрикулюс;
 7 – ампула полукружного канала;
 8 – полукружный канал;
 10а – кохлеарный нерв.

воздействие на организм угловых и прямолинейных ускорений с помощью вращающейся установки (центрифуги), качелей и др.

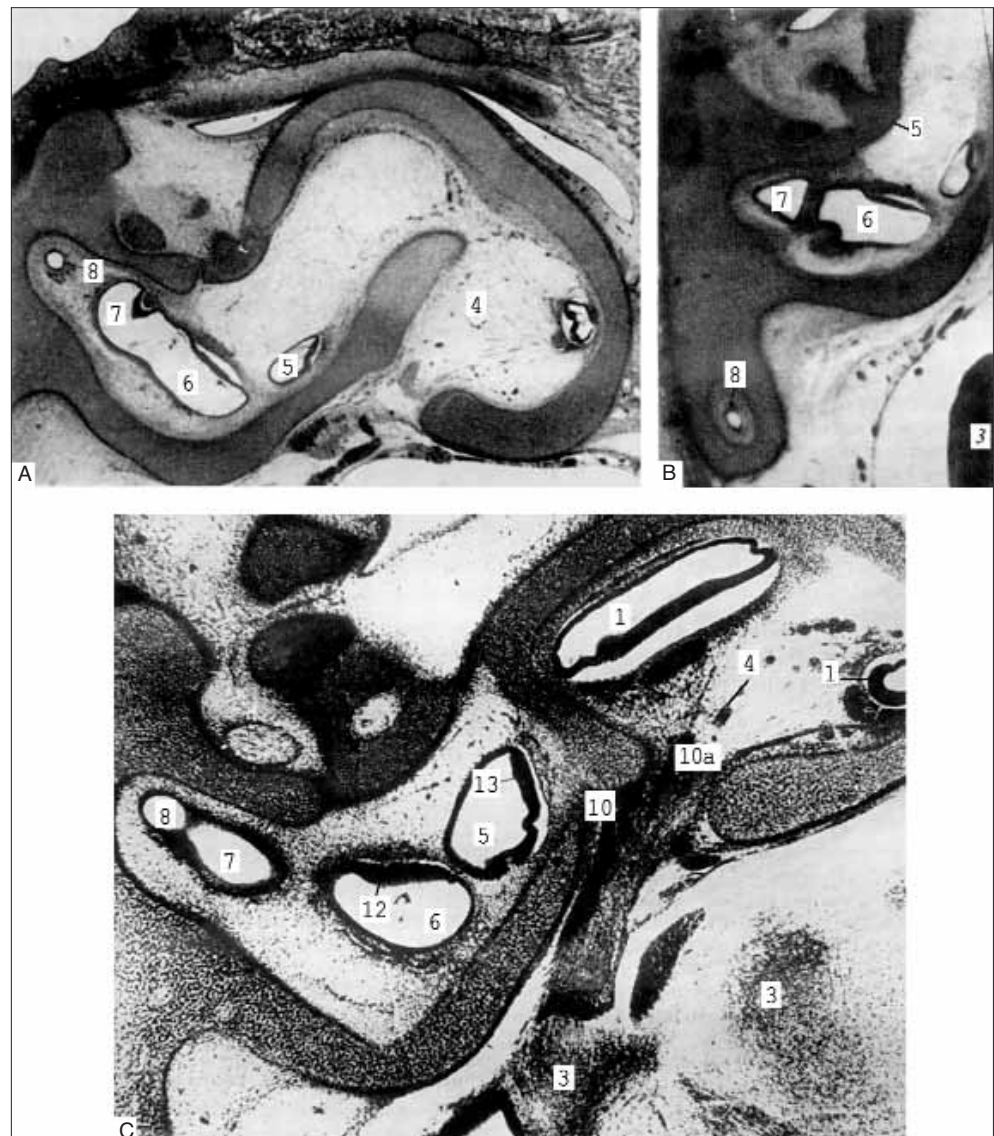
Изучив вестибулярный аппарат зародышей млекопитающих, принадлежащих к разным экологическим группам, мы обнаружили, что у всех, столь не похожих друг на друга животных структуры этого органа, независимо от их формы, строения и расположения, развиваются из одного зачатка (пузырька). То есть сегодня, приготовив специальные препараты и поместив их под бинокуляр, мы можем проследить долгий путь биологической эволюции одного из важнейших органов чувств.

Кроме того, мы выявили интересные особенности, связанные с этапами дифференцировки чувствующего эпителия макул и крист на рецепторные и опорные клетки. Так, у наземных и полуводных животных (ушастые тюлени, морж), чей образ жизни в

большей степени связан с пребыванием на твердом субстрате, размеры органа равновесия вдвое больше, чем органа слуха (улитки). Следовательно, он играет более важную роль в жизни этих зверей.

Кстати, человек с нарушениями слуха может прекрасно адаптироваться к внешнему миру, пользуясь специальными приспособлениями, а иногда и без них. Однако при значительном повреждении его вестибулярного аппарата принцип гравитации нарушается, и пострадавший лишается способности нормально вставать и ходить. Все дело в том, что именно в утрикулярной макуле начинается клеточная дифференцировка чувствующего эпителия. Словом, орган гравитации — главный в жизнедеятельности наземных и полуводных млекопитающих.

У настоящих тюленей клеточная дифференцировка чувствующего эпителия в саккулярной и утрикулярной макулах идут одновременно, размеры улитки



Развитие слуховых и вестибулярных структур у зародыша морского зайца (настоящие тюлени):
A, B – формирование саккулюса и утрикулюса,
C – утрикулярная и саккулярная макулы.
 1 – улитковый канал;
 3 – мозг; 4 – улитка;
 5 – саккулюс; 6 – утрикулюс;
 7 – ампула полукружного канала;
 8 – полукружный канал;
 10 – вестибулярный нерв;
 10a – кохлеарный нерв;
 12 – утрикулярная макула;
 13 – саккулярная макула.

и вестибулярного аппарата сходны. По-видимому, органы гравитации и вибрации этим животным одинаково необходимы для полноценной жизни. И каждый из них адаптирован к функционированию в среде с определенными физическими свойствами.

У абсолютных гидробионтов (китообразные) вестибулярный аппарат вдвое меньше, чем улитка, а первоначальная клеточная дифференцировка в саккулярной макуле указывает на выполнение органом вибрации более важной функции по сравнению с органом гравитации. Упомянутое соотношение размеров у эхолоцирующих млекопитающих (дельфины, летучие мыши) отражает адаптацию улитки к восприятию частот широкого диапазона, включая ультразвук. В то же время ее огромная величина у водных животных может расцениваться как приспособление к жизни в воде, поскольку слух в этой среде доминирует среди дистантных анализаторов (способ-

ных реагировать на раздражения, исходящие от удаленного объекта), обеспечивая тем самым выживаемость владельца.

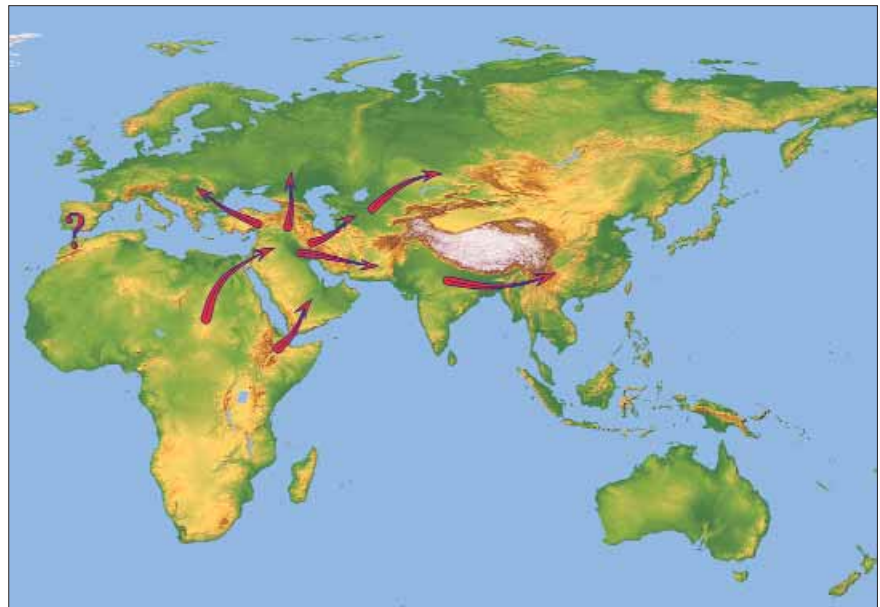
Результаты наших исследований имеют не только сугубо научное, но и прикладное значение. Ведь люди, чья работа связана со сменой среды обитания (космонавты, аквалангисты, шахтеры, спелеологи), постоянно используют адаптационные возможности своего вестибулярного аппарата. И знания об особенностях работы органа равновесия для них крайне важны. А понимание тенденции в изменении структур органа слуха у представителей различных экологических групп млекопитающих может оказаться полезным при моделировании некоторых процессов в технике.

Иллюстрации предоставлены автором

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЗАСЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ЕВРАЗИИ

Академик Анатолий ДЕРЕВЯНКО,
директор Института археологии и этнографии
СО РАН (Новосибирск),
доктор исторических наук Михаил ШУНЬКОВ,
заместитель директора по научной работе того же института

Благодаря открытиям последних 30 лет в области археологии, антропологии, палеогенетики проблема формирования человека современного физического и генетического типа стала одной из наиболее дискуссионных в науке. Самые ранние костные останки таких людей найдены в Восточной Африке. Но если *Homo sapiens* появился вначале лишь в этой части света, то каким образом и когда происходило заселение им других континентов? Если расселение происходило только из Африки, то каковы были взаимоотношения человека нового вида с популяциями, обитавшими на заселяемых им территориях многие десятки, а то и сотни тысяч лет? Почему культура верхнего палеолита появилась почти одновременно в весьма удаленных друг от друга регионах Евразии? На эти и многие другие вопросы пока нет однозначных ответов.



Первая волна миграций древнейших популяций.

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ

В 1891–1893 гг. голландский антрополог Эжен Дюбуа нашел на острове Ява останки примитивного гоминида — питекантропа, что позволило ему заявить о существовании промежуточного звена между обезьяной и человеком. Надо отметить, что саму эту возможность доказывал еще в 1863 г. немецкий биолог-эволюционист Эрнст Геккель, тогда же предложивший назвать гипотетическое существо питекантропом (от греч. «питекос» — обезьяна и «антропос» — человек).

В первой половине XX в. была популярна точка зрения, что прародина человека — Центральная Азия. И тому находились подтверждения. В 20–30-е годы в пещере Чжоукоудянь (северный Китай) при раскопках обнаружили черепа, зубы и другие костные фрагменты скелетов от 44 особей, обитавших здесь во временном интервале 460–230 тыс. лет назад. И долгое время этих ископаемых людей, названных синантропами, считали одним из древнейших звеньев в родословной *Homo sapiens*.

А с 1925 г. после находки в пустыне Калахари останков гоминида, названного австралопитеком, на первое место среди географических районов, претендующих на прародину человека, выдвинулась Африка. За прошедшие 80 лет на юге и востоке этого континента нашли сотни костных останков австралопитековых, обитавших 7(6)–2,5(1,5) млн лет назад. Таким образом, 6–7 млн лет назад от общего предка наместились две линии развития: человекообразные обезьяны и австралопитековые.

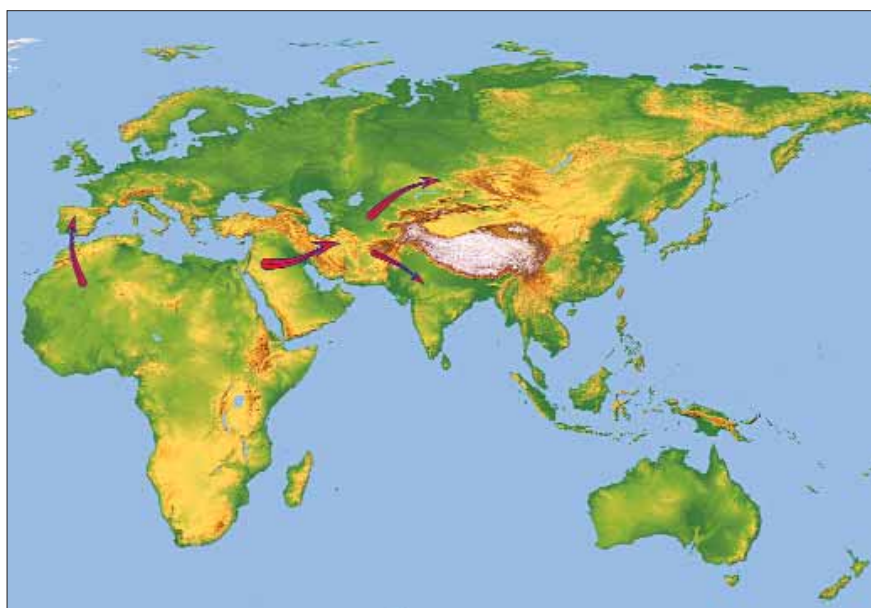
Начиная с 1990-х годов результаты не только археологических, антропологических, но и генетических исследований однозначно свидетельствуют о том, что одна из прародин человека современного анатомического типа — Африка. Там найдены самые ранние (200–150 тыс. лет) его скелетные останки.

Наиболее древние стоянки с каменными орудиями (чопперами, чоппингами, сфероидами, полиэдрами, грубо ретушированными отщепами) дислоцируются в основном в районе Восточно-Африканского рифта, тянущегося в меридиональном направлении от впадины Мертвого моря через Красное море и далее по территории Эфиопии, Кении, Танзании. Так, в бассейне реки Када Гона (Эфиопия) на 15 местонахождениях обнаружено более 3 тыс. артефактов (каменные орудия извлечены из слоя ниже уровня туфа, датированного возрастом 2,6 млн лет).

Около 1,8–2 млн лет назад наш далекий предок вышел из своей колыбели за пределы Африки, что положило начало первому Великому переселению, ознаменовавшему событие величайшей важности — заселение планеты людьми.

В настоящее время можно наметить два основных направления первого миграционного потока древнейших популяций. Одно было связано с распространением древних гоминидов через Ближний Восток и Иранское нагорье на Кавказ и, возможно, в Малую Азию и далее в Европу. Свидетельство этого расселения — найденные в восточной Грузии костные останки гоминидов и галечные орудия возрастом 1,7–1,6 млн лет.

Другое направление миграционного потока архантропов (древнейших ископаемых людей) связано с заселением Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии. Стоянки Убейдия и Гешер-Бенот-Яков в Израиле датируются 1,4–0,9 млн лет назад. В южной Аравии найдены галечные орудия в пещерах Аль-Гуза и Шархабиль возрастом 1,65–1,35 млн лет назад. Далее на восток Азии древнейшие популяции двигались в двух направлениях: на север — в районы Центральной Азии и юго-восток — южнее Гималаев и Тибета по территории современных Пакистана и Индии в Восточную и Юго-Восточную Азию.



Вторая волна миграций древнейших популяций.

В Пакистане найдены кварцитовые артефакты возрастом около 2 млн лет. Мнения ученых относительно датировки местонахождений в Китае (Дунгута, Лунгупо и др.) сильно расходятся: от 1,87–1,67 млн лет до 1,5 млн лет и менее. Останки *Homo erectus* (человека прямоходящего) возрастом 1,8–1,6 млн лет найдены в Индонезии. Это свидетельствует о том, что гоминиды из Африки достаточно быстро преодолели огромные пространства и, видимо, не позднее чем 1,8–1,5 млн лет назад заселили Южную, Юго-Восточную и Восточную Азию. В южной Сибири, на границе Центральной и Северной Азии, на территории Алтая открыто местонахождение Карамы, в котором выделено четыре культуросодержащих слоя древностью 800–600 тыс. лет.

Около 600 тыс. лет назад в Евразии начинается продвижение с Ближнего Востока второго глобального миграционного потока, достигшего территорий Монголии и Индии — с этой волной связано распространение позднеашельской* индустрии. А в Восточной и Юго-Восточной Азии, куда этот поток не дошел, начиная с проникновения первой миграционной волны 1,8–1,5 млн лет назад, развивались каменные индустрии на местной автохтонной основе.

ДВЕ ГИПОТЕЗЫ

В настоящее время среди генетиков, антропологов и археологов больше сторонников моноцентрической гипотезы происхождения человека современного анатомического вида, согласно которой он сформировался 200–150 тыс. лет назад в Африке, а 80–60 тыс. лет назад началось его расселение на другие континенты: вначале в восточную часть Евразии и Австралию, позднее — в Центральную Азию и Европу. Взгляды самих

моноцентристов на последствия этого процесса различны. Одни считают, что происходило замещение анатомически современными людьми архаичного автохтонного населения: новые популяции истребляли или вытесняли аборигенные в менее удобные экологические районы, и у них увеличивалась смертность, особенно детская, снижалась рождаемость. В итоге неандертальцы* 30–25 тыс. лет назад исчезли с лица земли. Другие приверженцы той же гипотезы не исключают возможности в отдельных случаях длительного сосуществования *Homo sapiens* и *Homo neanderthalensis*, например на юге Пиренеев. Следствием контактов пришлого и автохтонного населения могла быть диффузия культур, а иногда и гибридизация. Третья группа исследователей полагает, что происходил процесс аккультурации и ассимиляции, в результате чего автохтонное население растворилось в пришлом.

Моноцентрическая гипотеза не дает ответа на многие вопросы. Почему человек современного физического типа возник, как минимум, 150 тыс. лет назад, а культура верхнего палеолита, которую относят к *Homo sapiens*, 50–40 тыс. лет назад? Почему последняя, появившись почти одновременно в весьма удаленных друг от друга регионах Евразии, существенно различалась по основным технико-типологическим характеристикам? Какова была материальная и духовная культура сформировавшегося в Африке современного человека и чем она превосходила культуру его предшественника?

Моноцентристы на основании изучения вариативности ДНК у современных людей предполагают: в период 80–60 тыс. лет назад в Африке произошел демографический взрыв, и в результате резкого роста населения и нехватки пищевых ресурсов миграционная волна «выплеснулась» в Евразию. Но при всем уважении к данным генетическим исследованиям верить в

*Ашель (1,7 млн–100 тыс. лет назад) — палеолитическая культура, названная по предместью города Амьен во Франции. Основные орудия — каменные ручные рубила. Поздний ашель — 300–100 тыс. лет назад (прим. ред.).

*Неандертальцы — древние ископаемые люди, палеоантропы, обитавшие 200–25 тыс. лет назад в Европе и Азии (прим. ред.).



Раскопки и галечные орудия стоянки Карам.

непогрешимость этих выводов, не располагая убедительными археологическими и антропологическими доказательствами, невозможно. Необходимо иметь в виду, что средняя продолжительность жизни в то время составляла около 25 лет, значит, потомство в большинстве случаев оставалось без родителей еще в незрелом возрасте. А при высокой детской и подростковой смертности говорить о «демографическом взрыве» нет оснований. Но даже если согласиться с предположением о быстром росте населения, то все равно возникает вопрос: почему миграционные потоки были вначале направлены далеко на восток, вплоть до Австралии, а не на соседние территории? Как объяснить, что *Homo sapiens* за 5–10 тыс. лет смог преодолеть расстояние свыше 10 тыс. км, при этом не оставив своих следов на пути движения? В Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии 80–30 тыс. лет назад в случае замещения автохтонного населения пришлым должен был измениться облик индустрии, т.е. совокупности каменных изделий, но этого не произошло.

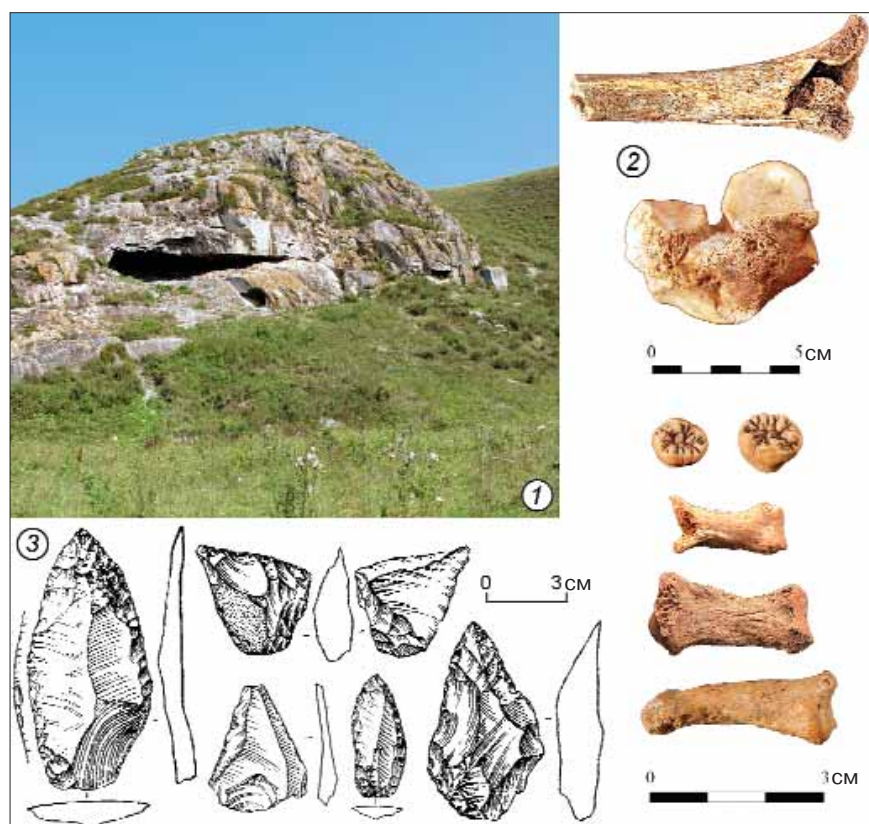
Отсутствие археологических доказательств вынудило моноцентристов выдвинуть версию о южном миграционном потоке на восток Азии вдоль морского побережья. Однако миграция древних популяций была не стремительным движением с запада на восток, а относительно медленным процессом. Осваивая новые территории, гоминиды не могли двигаться только вдоль береговой полосы. Человек, скорее всего, уходил

от побережья по речным долинам во внутриконтинентальные районы с благоприятными для жизни экологическими условиями. В любом случае должны были остаться археологические свидетельства проникновения *Homo sapiens* в восточные районы Азии, но они не обнаружены.

Существует и другая гипотеза — межрегиональной эволюции человека, или полицентрическая. Суть ее сводится к тому, что, расселившись на значительной части Евразии, *Homo erectus* стал основой для формирования человека современного вида и его культуры. Мультирегиональная эволюция подразумевает непрерывное развитие древнего населения в каждом регионе. По мнению полицентристов, этим объясняется и то обстоятельство, что культуры раннего этапа верхнего палеолита на обширной территории Африки, Евразии и Австралии существенно отличаются друг от друга. Если бы древнее население везде замещалось человеком современного физического типа, пришедшим из Африки, то и культура верхнего палеолита должна быть достаточно гомогенной на всей территории ойкумены.

С нашей точки зрения, там, где расселялись *Homo erectus*, в результате дивергенции*, генного обмена, влияния экологических условий и других факторов

*Дивергенция — расхождение признаков и свойств у первоначально близких групп организмов в ходе эволюции. Результат обитания в разных условиях и неодинаково направленного естественного отбора (прим. ред.).



Пещера Окладникова (1).
Антропологические останки (2)
и каменные орудия (3)
финала среднего палеолита.

могло происходить развитие «прямоходящих» форм и в конечном итоге становление анатомически современного человека. В своих выводах мы основываемся преимущественно на археологических материалах.

ЧЕЛОВЕК НЕАНДЕРТАЛЬСКИЙ

Неандертальцы, или *Homo sapiens neanderthalensis* — первый представитель архаичных людей, ставший известным науке. Их останки были выявлены еще в середине XIX в. в долине Неандерталь в Германии. За 150 лет исследований изучены сотни их стоянок, поселений, захоронений. Расселялись они в основном в Европе. Их морфологический тип был адаптирован к суровым климатическим условиям северных широт. Это были низкорослые, коренастые люди, обладавшие большой физической силой. Объем их головного мозга составлял 1400 см³ и не уступал этому показателю у людей современного типа. Палеолитические местонахождения неандертальцев открыты также на Ближнем Востоке, в Передней и Средней Азии, на юге Сибири.

До 1980-х годов многие антропологи относили их к предковой форме человека современного анатомического вида. Позднее, с начала секвенирования митохондриальной ДНК* неандертальцев, их выделили в отдельный вид и вычеркнули из родословной современного человека. На новом уровне антропологических и генетических работ необходимо вернуться к

этой проблеме. Один из главных ее аспектов — взаимоотношение неандертальцев и популяций современного анатомического типа. По мнению большинства специалистов, неандертальцы были замещены человеком современного физического облика, вышедшим из Африки. Некоторые считают, что была, возможно, гибридизация.

Многие археологи отмечали большую эффективность индустрии неандертальцев на финальном этапе среднего палеолита и наличие у них элементов поведения, характерных для человека современного анатомического типа. Имеются свидетельства намеренного захоронения неандертальцами своих сородичей. Первым на это обратил внимание Алексей Окладников (академик с 1968 г.), который в 1949 г. обнаружил в пещере Тешик-Таш (Узбекистан) останки неандертальца с признаками погребального обряда. Позднее его гипотеза нашла подтверждение у других ученых.

В настоящее время неандертальцев относят к сестринской группе современных людей. Последние данные генетического анализа показали, что до 4% генома у неафриканских людей заимствовано от *Homo sapiens neanderthalensis*. На современном уровне знаний нет сомнений в том, что в пограничных районах обитания неандертальцев и людей современного типа происходили процессы не только диффузии культур, но и гибридизации и ассимиляции. Так что *Homo sapiens neanderthalensis*, несомненно, внес свой вклад в морфологию и геном человека современного вида.

*Митохондриальная ДНК, в отличие от ядерной ДНК, находится в органеллах клетки — митохондриях; у большинства многоклеточных организмов наследуется по материнской линии (прим. ред.).



Научно-исследовательский
стационар
«Денисова пещера».

ЧЕЛОВЕК ВОСТОЧНЫЙ

В Восточной и Юго-Восточной Азии как минимум 1,5 млн лет назад развитие каменной индустрии пошло по принципиально другой линии, чем в остальной части Евразии и Африке, — это прослеживается по многочисленным археологическим находкам. Технология изготовления орудий в китайско-малайской зоне не претерпела существенных изменений на протяжении более 1 млн лет. В период 80–30 тыс. лет назад в каменной индустрии этой зоны не отмечено никаких внешних инноваций, что опровергает гипотезу о заселении восточной части Азии и Австралии 60–40 тыс. лет назад людьми современного анатомического типа, вышедшими из Африки. Если отсюда в восточную часть Азии пришла миграционная волна, то она должна была привнести новые технологии обработки камня и новые типы орудий, что совершенно не прослеживается на этих территориях. Не выдерживает критики также гипотеза о быстром движении мигрантов по прибрежной линии Индийского океана, оказавшейся в настоящее время под водой вместе с палеолитическими местонахождениями, оставленными человеком, двигавшимся с Запада на Восток. При таком варианте развития событий африканская палеолитическая индустрия должна была появиться в почти неизменном виде на островах Юго-Восточной Азии, однако археологические материалы возрастом 60–30 тыс. лет это не подтверждают.

В этом регионе на местной основе формировалась не только индустрия верхнего палеолита, но и происходило становление человека современного анатомического типа.

В настоящее время наибольшее количество скелетных останков *Homo erectus* найдено в Китае и Индонезии. Несмотря на некоторые различия, они составляют достаточно однородную группу. Важное значение имеют находки *Homo erectus* в Юньсяне (около 1 млн лет

назад). Объем головного мозга (1152–1123 см³) этих древних людей и особенности каменных орудий свидетельствуют о значительной продвинутой их физического типа и культуры. Для установления дальнейших путей эволюции *Homo erectus* также важны находки в пещере Чжоукоудянь. Физический тип синантропа восстановлен достаточно детально. Этот гоминид, сходный с яванским питекантропом, был включен в род *Homo* как подвид *Homo erectus pekinensis*. Некоторые исследователи полагают, что ископаемые антропологические останки ранних и более поздних форм свидетельствуют о непрерывности их эволюционного ряда. За последние 50 лет в Китае выявлены многочисленные находки, по которым прослеживается преемственность от *Homo erectus* к *Homo sapiens*.

В Восточной и Юго-Восточной Азии на протяжении более 1 млн лет происходило эволюционное развитие азиатского *Homo erectus*. Это не исключает прихода сюда небольших по численности популяций из сопредельных регионов и возможность генного обмена. В то же время дивергенция могла привести к некоторым различиям в морфологии людей. Об этом, в частности, свидетельствуют палеоантропологические находки с местонахождения Нгандонг на острове Ява. Сохраняя характеристики *Homo erectus*, они имеют некоторые хорошо выраженные черты *Homo sapiens* и отличаются от китайских палеоантропологических находок этого времени. Между яванскими и китайскими *Homo erectus* существовали различия, которые в ходе эволюции могли привести к формированию на основе китайских монголоидной расы, а на основе яванских — австралоидной.

Важным подтверждением возможности формирования человека современного физического типа на территории Китая являются новые датировки семи палеоантропологических местонахождений, свидетельству-



Денисова пещера (1).
Изделия из кости (2), браслет и кольцо
из поделочного камня (3) ранней стадии
верхнего палеолита.

ющие, что люди современного физического типа появились в этом регионе не позднее 100 тыс. лет назад.

Учитывая близость между собой палеолитических индустрий Восточной и Юго-Восточной Азии и их отличие от индустрий сопредельных западных регионов, можно предположить, что в начале верхнего плейстоцена в этих частях Азии на основе автохтонной формы *Homo* сформировался человек современного физического типа *Homo sapiens orientalis*.

ЧЕЛОВЕК АЛТАЙСКИЙ

В остальной части Евразии становление верхнего палеолита проходило по другому сценарию. Рассмотрим особенности этого процесса на примере Алтая, что связано с новыми находками и результатами генетических исследований антропологических материалов из пещер Денисовой и Окладникова.

Первоначальное заселение человеком территории Алтая произошло не позднее 800 тыс. лет назад в ходе распространения в Евразии первой волны миграции гоминидов из Африки. В отложениях наиболее древней стоянки Карамы в долине реки Ануй выделено четыре культуросодержащих горизонта с архаичной галечной индустрией. Самый верхний из них датирован временем около 600 тыс. лет назад, после чего на этой территории наступает длительный перерыв в развитии палеолитической культуры, который закончился около 280 тыс. лет назад с появлением на Алтае носителей более прогрессивных технико-типологических традиций. Начиная с этого времени на Алтае прослеживается непрерывное развитие культуры палеолитического человека.

В результате полевых исследований здесь за последнюю четверть века изучено около 20 стоянок в пещерах и на склонах горных долин, содержащих свыше 70 культуросодержащих горизонтов раннего, среднего и верхнего палеолита. Например, только в Денисовой пещере выделено 13 палеолитических слоев. Наиболее древние находки, относящиеся к позднеашельскому времени или к раннему среднему палеолиту, зафиксированы в слое 22 (282-170 тыс. лет назад); литологические слои 21-12 (155-50 тыс. лет назад) датируются средним палеолитом; слои 11 и 9 (50-20 тыс. лет назад) — верхнепалеолитические.

Изучение алтайских древностей позволяет проследить динамику изменений каменного инвентаря на протяжении многих десятков тысяч лет. На основе полученных обширных материалов можно утверждать, что этот процесс происходил путем эволюции без каких-либо заметных влияний, связанных с инфильтрацией популяций с другой культурой.

Археологические данные свидетельствуют о формировании в этом регионе 50-45 тыс. лет назад верхнепалеолитических культурных традиций, истоки которых хорошо прослеживаются на финальном этапе среднего палеолита. Обнаружены свидетельства существования здесь около 50 тыс. лет назад костяной индустрии, в составе которой представлены миниатюрные иглы с просверленным ушком. Найдены предметы неутилитарного назначения из кости, поделочного камня, раковин моллюсков — подвески, бусины и т.д. Уникальными находками являются фрагменты браслета и кольцо из камня со следами шлифовки, полировки и сверления.



Раскопки в восточной галерее
Денисовой пещеры.

Местонахождения среднего и верхнего палеолита на территории Алтая относительно бедны антропологическими находками. Вместе с тем полученный здесь палеоантропологический материал вызвал оживленную дискуссию. Останки ископаемых гоминидов представлены зубами и фрагментами скелетов из пещер Окладникова и Денисовой.

Результаты палеогенетических исследований, проведенных в Институте эволюционной антропологии Макса Планка в Лейпциге (ФРГ) интернациональным коллективом ученых под руководством профессора Сванте Паабо, подтвердили принадлежность антропологических находок из пещеры Окладникова неандертальцам. Неожиданными оказались результаты расшифровки ядерной ДНК ископаемого человека из Денисовой пещеры, полученные тем же коллективом генетиков из фаланги пальца подростка. Геном денисовца отклонился от эталонного генома современного африканца на 11,7% (для сравнения: у неандертальца из пещеры Виндия в Хорватии отклонение составило 12,2%). Эти величины близки между собой. Подобная дивергенция денисовцев и неандертальцев от современных африканцев свидетельствует, что они произошли от единой родовой популяции, являясь сестринскими группами с общим предком. Их эволюционное расхождение произошло около 640 тыс. лет назад. После разделения развитие двух популяций пошло самостоятельными путями. Об этом говорит тот

факт, что неандертальцы имели больше общих генетических вариантов с современными людьми Евразии, чем Африки, и 1-4% генома у неафриканцев заимствовано от неандертальцев. А вот денисовцы не участвовали в дрейфе генов к евразийцам. Вместе с тем 4-6% генетического материала древних обитателей Алтая заимствовано меланезийцами*, стоящими особняком от других неафриканских популяций. Отсюда следует общий вывод: в Евразии в период позднего плейстоцена вместе с человеком современного физического типа существовали еще как минимум две формы гоминидов: одна в западной части материка, где на основании широко известных морфологических признаков она обозначена как неандертальская, и восточная, к которой относятся денисовцы.

На основании обширных археологических материалов Алтая, отражающих развитие верхнепалеолитической культуры в интервале 50-30 тыс. лет назад, можно утверждать, что для денисовцев было характерно поведение человека современного типа. Учитывая дрейф генов от неандертальцев к евразийцам, а от денисовцев к меланезийцам, можно предположить, что обе эти популяции приняли участие в формировании человека современного анатомического типа. На этом основании считаем возможным вернуться к обозначению

*Меланезийцы — общее название народов, населяющих Меланезию, одну из основных островных групп в Океании, в юго-западной части Тихого океана (прим. ред.).



В лаборатории палеогенетики
Института эволюционной антропологии
Макса Планка, Лейпциг.

нию неандертальцев как *Homo sapiens neanderthalensis*, а денисовцев отнести к *Homo sapiens altaiensis*.

СТАНОВЛЕНИЕ *HOMO SAPIENS*

При всей сложности решения проблемы эволюции человека и диаметральных точках зрения исследователей в настоящее время наиболее приемлемым вариантом является признание того, что в основе всей эволюционной последовательности к человеку современного анатомического типа в Африке и Евразии лежит предковая форма *Homo erectus sensu lato**. Видимо, с этим политипическим видом связана эволюция «сапиентной» линии развития человека. *Homo heidelbergensis***, *Homo rhodesiensis**** и *Homo cepranensis***** в Африке и Европе и «эректоидные» формы в Восточной и Юго-Восточной Азии были сестринскими видами. В конечном итоге в позднем плейстоцене сформировался человек современного анатомического и генетического вида *Homo sapiens*, включавший четыре подвида: *Homo sapiens africanensis* (Африка), *Homo sapiens neanderthalensis* (Европа), *Homo sapiens orientalis* (Юго-Восточная и Восточная Азия) и *Homo sapiens altaiensis* (Северная и Центральная Азия).

**Sensu lato* (в широком смысле) — латинское выражение, добавляемое к названию таксона для уточнения его подразумеваемого объема (прим. ред.).

***Homo heidelbergensis* (человек гейдельбергский) — одна из форм ископаемых людей, открыта в 1907 г. на территории Германии (прим. ред.).

****Homo rhodesiensis* (человек родезийский) — разновидность ископаемых людей, чьи останки обнаружены в 1921 г. в Замбии (прим. ред.).

*****Homo cepranensis* (человек из Чепрано) — фрагменты черепа этого представителя ископаемых людей были обнаружены в 1994 г. близ итальянского города Чепрано (прим. ред.).

Видимо, не все подвиды внесли равноценный вклад в формирование человека современного анатомического типа. Большинство исследователей поддерживает гипотезу формирования *Homo sapiens* в Африке и затем распространения его по планете с замещением автохтонных популяций; замещением с гибридизацией; ассимиляцией. *Homo sapiens africanensis* обладал наибольшим генетическим разнообразием и его вклад в анатомический и генетический тип современного человека был наибольшим.

Предложенные нами обозначения четырех подвигов и объединение их в единый вид *Homo sapiens* вызовут, скорее всего, у многих исследователей сомнения и возражения. Однако наши выводы основаны на большом объеме археологических фактов, малая часть которых приведена в этой статье.

На сегодняшний день археологами, антропологами, генетиками и всеми, кто занимается проблемой происхождения человека, накоплено большое количество нового материала, позволяющего высказывать разные гипотезы, порой диаметрально противоположные. Настало время обстоятельно обсудить их при одном неперенном условии: новые идеи должны базироваться не только на собственных исследованиях, но и на данных других наук. Это мультидисциплинарная проблема и в ее разработке нельзя ограничиваться выводами только генетиков, или антропологов, или археологов. Лишь комплексный анализ результатов, полученных специалистами смежных наук, когда-нибудь приведет нас к решению этой проблемы.

Иллюстрации предоставлены авторами

ОКОЛОЗЕМНАЯ АСТРОНОМИЯ



В сентябре 2011 г. около 100 отечественных и зарубежных специалистов собрались в Красноярске для обсуждения проблем защиты Земли от всякого рода космических объектов. О соответствующих темах и идеях рассказала корреспондент газеты «Поиск» Галина Яковлева.

Подчеркнем: для форума был выбран этот сибирский город не случайно. Здесь производят ракеты и спутники Земли, а значит, рано или поздно их детали и установки (своеобразный космический мусор) оказываются на нашей планете. Вопрос «что с ними делать?» стал центральным в выступлениях собравшихся специалистов. Тем более, что проблема утилизации отработавших свой срок или по какой-то причине вышедших из строя аппаратов, ранее направленных на околоземные орбиты, за минувшие полвека космической деятельности человечества становится все активнее. «В последние годы, — подчеркнул один из организаторов упомянутой конференции, директор Института астрономии РАН, член-корреспондент РАН Борис

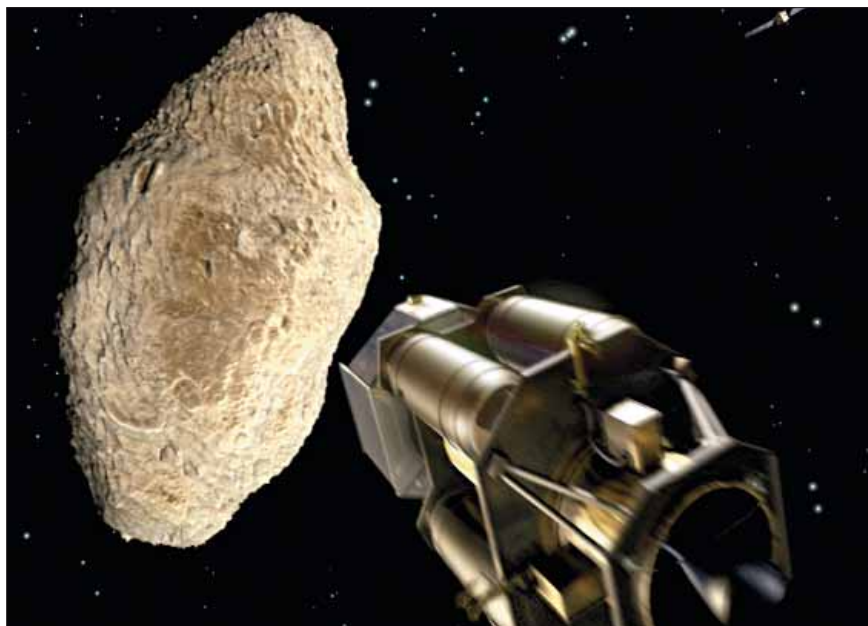
Шустов, — мы уже неоднократно наблюдали столкновения космического мусора с «живыми» аппаратами. Для обеспечения безопасности космонавтов на Международной космической станции разработана целая программа. И все чаще приходится уводить станцию с ее орбиты или принимать другие меры, чтобы предотвратить столкновение».

Вместе с тем выступавшие в Красноярске ученые обращали внимание на то, что очень серьезную проблему вызывает своеобразная «перенаселенность» геостационарной орбиты нашей планеты, где ныне «трудятся» тысячи уже запущенных спутников разных стран. Не случайно Шустов обратил внимание специалистов на то, что если раньше отдельно взятая страна получала 5 градусов на проект (ближе никто не имел права оказаться на орбите рядом со спутником «соседа»), то теперь речь идет о $0,1^\circ$, что, конечно, во много раз повышает опасность столкновения аппаратов. Причем

Астероид.



Разрушающийся астероид.



«Толкач» высаживается на астероид.

особое внимание уделяется тем, которые оснащены ядерными двигателями из-за вероятности радиоактивного загрязнения космического пространства.

Еще одна актуальная проблема, интересовавшая многих на конференции, — астероидно-кометная. Таких сближающихся с Землей объектов сегодня обнаружено более 8 тыс., причем свыше тысячи из них — потенциально опасны. Главная задача специалистов — не только обнаружить астероиды, но и следить за их движением. Своевременное их выявление (минимум за 30 дней до выхода на опасную орбиту) позволит людям предпринять превентивные меры.

«Оптимальный вариант — изменение траектории потенциально опасных астероидов, — рассказал старший научный сотрудник отдела исследования Луны и планет Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга Владимир Бусарев. — Сегодня мы

имеем возможность послать к астероиду космический аппарат — «толкач», который реактивным воздействием своих двигателей может столкнуть астероид с опасной орбиты».

В России предложен проект такого воздействия на астероид Апофиз — в 2029 г. он должен сблизиться с Землей. А поскольку интересующий нас странник ведет себя непредсказуемо, его траектория постоянно меняется, то решено установить на Апофизе радиомаяк для слежения за его передвижением, а при необходимости — и воздействовать на него.

Яковлева Г. Толкач для астероида. — Газета «Поиск», 2011, № 38

Иллюстрации с интернет-источников

Материал подготовила Ольга АРТЮХИНА

АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА: РОЛЬ УЧЕНЫХ

Евгения СИДОРОВА, журналист

Неуверенность в завтрашнем дне отравляет жизнь людей. И внезапные природные катаклизмы, связываемые многими специалистами с глобальным потеплением на нашей планете, вносят свою лепту.

Проблема изменения климата, последние десятилетия находящаяся в центре внимания мирового сообщества, сегодня расценивается общественностью не только как предмет научной дискуссии, но и как объективная ситуация, требующая выработки конкретных механизмов адаптации.

Определенный срез исследований по этой теме был представлен на международной научной конференции «Проблемы адаптации к изменению климата», состоявшейся в ноябре 2011 г. в Москве.

За 20 лет, пройденных мировым сообществом с момента принятия в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро рамочной конвенции ООН об изменении климата, эксперты пришли к выводу: у человечества может быть две основных стратегии реагирова-

ния на глобальное потепление — уменьшение его негативного воздействия и адаптация к нему. Причем одна из главных контрмер — сокращение выбросов парниковых газов, как полагают, одного из главных факторов повышения температуры Земли. Между тем в рядах ученых нет единства в вопросе о грядущ-



Центр Международной торговли (Москва).

щих природных трансформациях, ибо пока одни ориентируются на известные модели потепления в XXI в.*, другие отстаивают альтернативную точку зрения — планета приближается к периоду очередного похолодания. На упомянутой конференции в Москве именно эту позицию представил Алан Карлин из Агентства по защите окружающей среды США в своем докладе «Рост потребности исследования геоинженерных подходов для уменьшения потенциального глобального похолодания».

Нельзя не отметить: появление доклада о близком начале похолодания климата в программе конференции, посвященной проблематике глобального потепления, — весьма необычно. И участникам секции было бы естественно обсудить тезисы Карлина, указавшего на исключительную зависимость климата Земли от астрономических циклов. Однако формат симпозиума не предусматривал публичных вопросов к выступавшему, а отсутствие времени в конце заседаний свело на нет возможность научной дискуссии. Перед участниками конференции на этот раз стояли иные задачи.

СКОЛЬКО СТОИТ АДАПТАЦИЯ?

Прибывшие в Москву представители авторитетных международных организаций (ООН, Межправительственной группы экспертов по изменению климата, Всемирного банка и других) призвали собравшихся ученых сосредоточить свои усилия на систематизации имеющихся данных о климате и их интерпретации для того, чтобы с помощью экономических понятий и терминов перевести информацию, доступ-

ную пока лишь узким специалистам, на язык, понятный управленцам и политикам. Ведь без этого практические действия по адаптации к климатическим изменениям и дальнейший партнерский диалог государств невозможны.

В связи с обозначенной проблемой руководитель Федеральной службы РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Александр Фролов говорил об ограниченных возможностях климатической науки в то время, как общество все больше нуждается в предоставляемой ею информации. В том числе он упомянул о задаче управления климатическими рисками, а также об оценке масштабов негативных воздействий, инициированных изменением климата, и стоимости адаптационных мер. В его выступлении прозвучала мысль: для того чтобы использовать данные ученых, их надо представить в категориях экономической науки.

А вот цитата из выступления сотрудника Организации экономического сотрудничества и развития Шардула Агравалы: «сколько может стоить адаптация и насколько сильны ее преимущества — это вопросы, которые становятся все более актуальными как для конкретных проектов, так и в глобальном контексте, когда порой необходимо искать компромисс между расходами на адаптацию, затратами на смягчения последствий климатических изменений и остаточным ущербом».

Итак, выступавшие пришли к единому мнению: мостиком между разными специалистами должна стать количественная оценка влияния климатической информации на эффективность хозяйственной деятельности. Однако проблема в том, что параметры, характеризующие погоду и климат, не заложены во мно-

*Семь моделей изменения климата в XXI в. приведено в докладе рабочей группы Межправительственной комиссии по изменению климата (Шанхай, 2001 г.) (прим. ред.).



**Конференция «Проблемы адаптации к изменению климата».
Пленарное заседание (Москва, Центр международной торговли, ноябрь 2011 г.).**

гие экономические модели, используемые сегодня. Каков же выход? Ученые предлагают опосредованно учитывать влияние климатических условий на состояние средств производства или производительные силы, разумеется, принимая во внимание разную восприимчивость хозяйственных отраслей к сюрпризам природы. Что это значит? Вот несколько примеров.

БУДУЩЕЕ – ЗА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМИ РАБОТАМИ

На конференции прозвучал доклад доктора медицинских наук Бориса Ревича из Института народнохозяйственного прогнозирования РАН «Изменение климата и здоровье населения — адаптационные стратегии». В нем были вкратце описаны пагубные последствия так называемых волн жары (одна из них прокатилась по Центральной России летом 2010 г.) на здоровье людей. Исследования последних десятилетий позволяют констатировать: подобные катаклизмы ведут к росту смертности в критические годы, кроме того, во многих странах возникла реальная угроза появления ранее не регистрируемых инфекционных заболеваний (лихорадка Денге*) и продвижения на север «южных» недугов (лихорадка Западного Нила, лихорадка Крым-Конго**). Так, в России

*Лихорадка Денге, или костоломная лихорадка — острое трансмиссивное вирусное заболевание, сопровождающееся интоксикацией, миалгией, артралгией, сыпью и увеличением лимфатических узлов. Встречается в странах Южной и Юго-Восточной Азии, Африки, Океании и Карибского бассейна (прим. ред.).

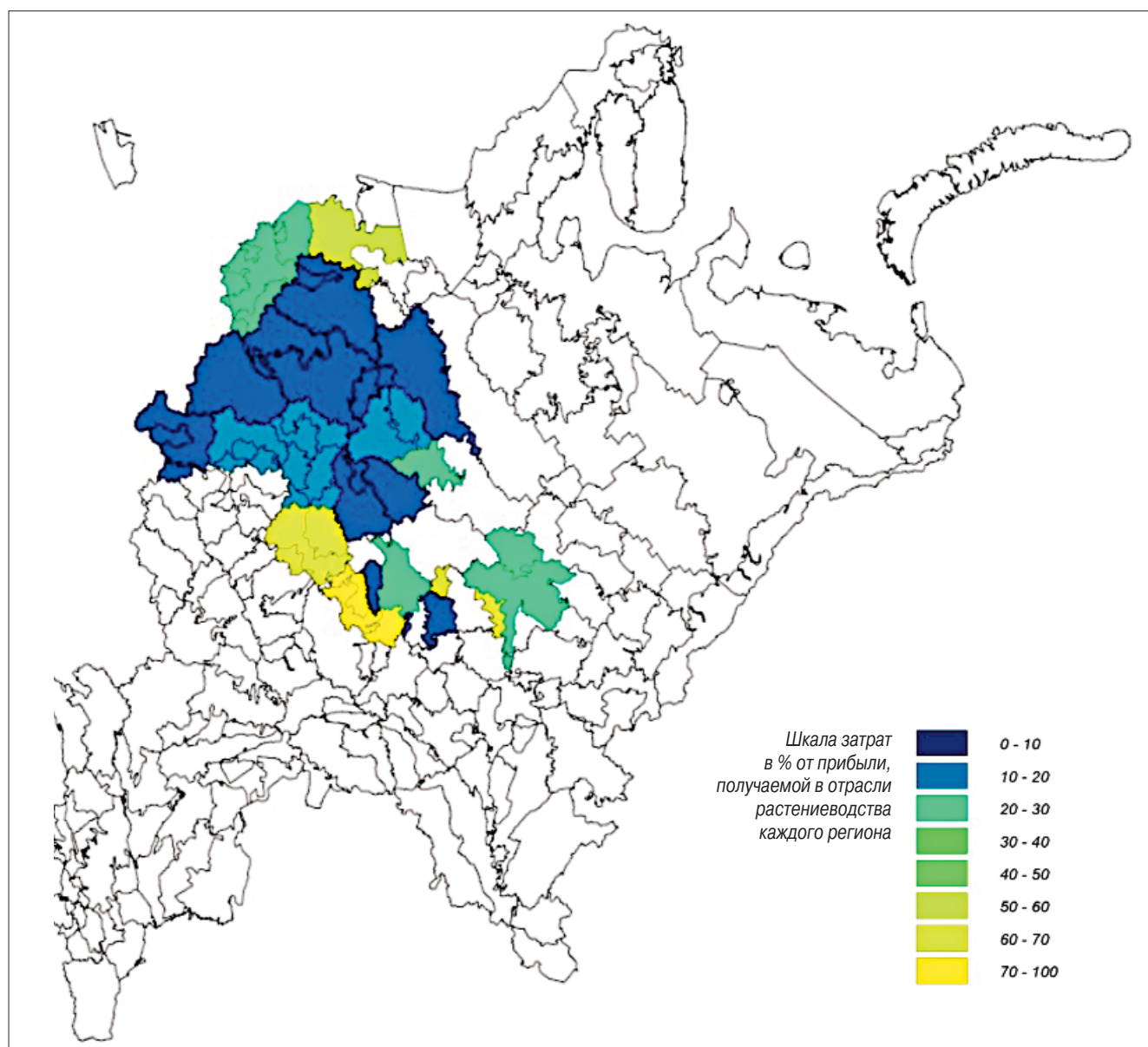
**Лихорадка Крым-Конго — острое инфекционное заболевание человека, с интоксикацией и кровоизлияниями на коже и внутренних органах, передающееся через укусы клещей. Вызывает его вирус, выявленный в Крыму и в Конго (прим. ред.).

новые земли «осваивает» клещевой энцефалит — например, из Костромской области (традиционно энцефалитного района) он распространился на территорию Архангельской. И для того чтобы адаптироваться к меняющейся ситуации, по мнению Ревича, необходимо разработать региональные сценарии изменения климата, связанные с показателями здоровья населения.

Тогда, по мнению исследователя, следующим шагом станет профилактика инфекционных заболеваний, спровоцированных аномальной погодой, в том числе ужесточение государственного санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием поверхностных источников питьевого водоснабжения, подготовка специалистов-медиков, разъяснительная работа среди населения. Кроме того, зная наиболее уязвимые для тех или иных заболеваний регионы и группы людей (возрастные, социальные, этнические), можно заблаговременно оценить экономические последствия климатических изменений, воспользовавшись, например, таким показателем, как трудоспособность населения. Действительно, спровоцированный внешним фактором рост заболеваемости ведет к снижению производительности труда.

Отметим: часть адаптационной стратегии, о которой говорил Ревич, может быть разработана только при участии широкого круга специалистов — медиков, биологов, экологов, климатологов, метеорологов, гидрологов, программистов, занимающихся моделированием и прогнозированием качества окружающей среды и климата, экономистов.

Следующий пример касается экономической оценки последствий изменений климата для сельского хозяйства. На конференции по данной теме



**Прогноз затрат сельскохозяйственных регионов Нечерноземной зоны России на 2050 г.,
требующихся для сохранения содержания органического углерода в пахотных почвах на уровне 2000 г.**

было представлено несколько докладов, в том числе стендовых. Автор одного из них, доктор биологических наук Владимир Романенков из Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова РАСХН рассказал, что ему и его коллегам совместно со специалистами Всероссийского института аграрных проблем и информации им. А.А. Никонова РАСХН удалось усовершенствовать математическую модель расчета эффективности региональной структуры сельскохозяйственного производства. Для этого в модель ввели формулу учета почвенного плодородия, использующую такой хорошо известный любому обывателю параметр, как структура посевных площадей. Это — показатель, позволяющий учесть в сценарии развития отрасли

примененный в анализируемом году севооборот, а значит, возникает возможность с его помощью регулировать накопление органического углерода почвы на изучаемой территории. Круговорот же последнего тесно связан с климатическими условиями: потепление способствует разложению органических веществ и увеличению эмиссии CO_2 , похолодание — их консервации.

Романенков и его коллеги показали: при потеплении климата потребуются не только корректировать сроки сева или подбирать иные сорта растений, но вообще перестраивать севооборот, что немедленно затронет структуру производства, изменяя удельный вес растениеводства и животноводства. Иными словами, необходима модель, позволяющая заранее рас-

считать последствия шагов по адаптации сельского хозяйства к грядущим сюрпризам природы, и отечественные специалисты предложили свой вариант.

На конференции часто звучало слово «неопределенность» с разными эпитетами — например, парализующая. Речь у всех выступавших шла о сумме факторов, и в их числе будущем климате, от которых зависит путь развития регионов планеты, особенно слабо развитых стран. В ситуации, когда несмотря на туманные перспективы необходимо принимать политические и экономические решения, многое определяет подход к интерпретации научных данных, закладываемых в прогнозные модели. Специалистам ясно: необходимы междисциплинарные исследования, позволяющие использовать разработки и учесть сведения, накопленные в климатологии, метеорологии, сельском хозяйстве, медицине и других областях. Максимальную объективность в видении завтрашних проблем человечества можно обеспечить, если объединить усилия профессионалов не на словах, а на деле, в конкретных проектах, посвященных адаптационным стратегиям. По существу об этом говорили многие ученые, в том числе Борис Ревич, Владимир Романенков.

РЕЦЕПТЫ НА ЗАВТРА

Вице-председатель межправительственной группы экспертов по изменению климата Жан-Паскаль ван Иперсель выразил надежду, что московская конференция поможет получить важные новые идеи по адаптации к изменению климата. При этом одной из центральных тем симпозиума стала возможность стабилизации климата с помощью геоинженерных подходов, чему, как говорилось выше, была посвящена одна из секций. Ее сопредседатели академик Юрий Израэль* (Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН) и профессор Ульрих Батман (Институт полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера, Германия) выступили на пленарном заседании.

Академик Израэль представил результаты натуральных экспериментов, проведенных отечественными исследователями для изучения воздействия искусственных аэрозольных слоев на поток солнечной радиации. В основе данного подхода — описанный географом (впоследствии академиком) Михаилом Будыко в 1974 г. после извержения вулкана Агунг на Аляске эффект частичного отражения падающего на Землю солнечного излучения мельчайшими аэрозольными частицами. Большинство докладов на секции было посвящено той же теме.

Профессор Ульрих Батман рассказал об ином пути стабилизации климата — технологиях удаления из атмосферы углекислого газа. Внимание биологов, присутствовавших на симпозиуме, привлекла изложенная немецким специалистом идея «удобрения» от-

крытого океана железом для активизации фитопланктона, поглощающего CO_2 в процессе фотосинтеза. Дело в том, что ее достоинства не бесспорны: во-первых, как отметил докладчик, консервация органического вещества морских водорослей не гарантирована, так как их охотно поедают, например, киты, включая углерод в пищевую цепь, а во-вторых, в сообщении не содержалось оценки последствий загрязнения окружающей среды микроэлементами*. Между тем чаще всего именно ионы железа являются активными центрами современных ферментов, в конечном счете отвечающих за круговорот веществ. А искусственное введение данного элемента в экосистему небезобидно.

Отметим также, что профессор Алан Робок из Университета Рутгерс (США) выступил в оппозиции сторонникам геоинженеринга, подчеркнув: имеется по меньшей мере 25 причин отказаться от идеи стабилизировать климат таким образом. Сюда он причислил, в частности, нарушение азиатского и африканского летних муссонов, разрушение озона, снижение эффективности солнечной энергетики, наконец, «перетягивание» усилий разных стран, ныне направленных на сокращение выброса парниковых газов. Не забыл докладчик и о помехах наземной астрономии, ухудшении работы спутниковых систем мониторинга. По мнению эксперта, рецепт, устраивающий большую часть человечества, — не воздействие на природу, а адаптация к ее переменам.

Подводя итоги московской конференции, ее председатель, руководитель Росгидромета Александр Фролов справедливо отметил, что международное сообщество обладает значительным массивом данных, полезных с точки зрения разработки механизмов адаптации к изменению климата. Однако собранные сведения противоречивы, и для того чтобы систематизировать имеющуюся информацию, необходимо повысить статус научных исследований, посвященных этой проблеме, увеличить их финансирование. Примечательно, что в первый день симпозиума глава межправительственной группы экспертов по изменению климата Раджендра Пачаури посетовал на опыт последнего времени: «...весь диалог сдвинулся в сторону политики от науки». Хотелось бы верить, что ситуация изменится, и поддержка государственных и международных институтов будет адресована специально созданным коллективам, способным осуществлять междисциплинарные исследования.

*См.: М. Федонкин. Зарождение жизни: от истоков к природе настоящего. — Наука в России, 2011, № 6 (прим. ред.).

*См.: Ю. Израэль. Грозит ли нам климатическая катастрофа? — Наука в России, 2004, № 4 (прим. ред.).

ИННОВАЦИИ: СПРОС И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Марина ПОПОВА, журналист

IV Международный форум по нанотехнологиям «Rusnanotech», прошедший в октябре 2011 г. в столичном выставочном комплексе «Экспоцентр» на Красной Пресне, поставил точку в дискуссии о возможности построения у нас современной nanoиндустрии.

В РФ есть новые разработки и технологии, готовые к практическому применению, и они востребованы отечественными и зарубежными потребителями.

Организатор мероприятия госкорпорация «Роснано» получила свыше 2 тыс. заявок на проекты, 130 из них уже оказала финансовую поддержку. Только в 2011 г. компания запустила 13 новых производств.

Форум «Rusnanotech» проводят в Москве с 2008 г. В фокусе его внимания — создание эффективного механизма поиска и отбора перспективных нанотехнологических разработок в широком спектре отраслей — от строительства и машиностроения до электроники и фармацевтики, условий для их внедрения в практику (экспертиза, привлечение инвестиций, организация массового производства), а также проблемы стандартизации, совершенствования законодательства и устранения административных барьеров. Четвертый по счету сбор ведущих ученых и политиков, отечественных и зарубежных представителей бизнеса и инвестиционного сообщества не был в этом смысле исключением. Однако основное место в повестке дня все же заняли практические вопросы сбыта продукции высокотехнологичных компаний и спроса на инновации. Как сказал в приветственном слове первый заместитель председателя Правительства РФ Сергей Иванов, «речь идет в первую очередь о механизмах стимулирования такого

спроса со стороны государства: от заказов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки со стороны министерств и ведомств, а также компаний с государственным участием до прямых закупок продукции в рамках федеральных и региональных программ».

В ходе дискуссии свою точку зрения по главной теме высказали и два главных эксперта — председатель правления «Роснано» Анатолий Чубайс и президент Фонда «Сколково» Виктор Вексельберг. Руководитель компании, созданной для развития и поддержки нанотехнологий в стране, считает, что первостепенная задача отечественной инновационной сферы — существенное увеличение финансирования науки со стороны частного бизнеса и снижение доли государства. Во всех проектах «Роснано» (напомним, их более 130) государственные обязательства по инвестированию составляют 220 млрд руб. Но есть и другие средства, напомнил Чубайс, — 312 млрд руб., внесенных в капитал фирм частным бизнесом. Это сущест-



В выставочных залах
«Rusnanotech».

венно больше вложений государства, что свидетельствует о готовности предпринимательского сообщества вкладывать в нанотехнологические проекты со значительным экономическим или социальным потенциалом. Однако названные цифры показались Вексельбергу не очень убедительными, поскольку он настаивал на том, что государственная поддержка — финансовая и в сфере регулирования — должна играть в стимулировании инноваций едва ли не главную роль.

Между тем некоторые средства массовой информации накануне писали: а стоит ли спорить на эту тему, если из-за выборов «все модернизационные проекты в стране свернуты»? Выступивший на пленарном заседании Президент РФ Дмитрий Медведев дал понять скептикам: «Мы, конечно, ничего не сворачиваем, а будем только увеличивать финансирование по всем направлениям модернизации, включая инновационные направления и нанотехнологии». Он также подчеркнул: расширение финансирования научных исследований остается абсолютным приоритетом для нашей страны — в бюджете до 2014 г. заложено 8 млрд дол. на оснащение современным оборудованием изыскательских центров и стимуляцию научных программ. В рамках форума Медведев провел заседание комиссии по модернизации экономики, где обсуждал с экспертами проблемы формирования инновационного рынка в нашей стране. Принятые по итогам решения прежде всего касались инвестиций в перспективные проекты.

В тот же день перед участниками выступил знаменитый американский футуролог Эрик Дрекслер, известный как популяризатор молекулярных нанотехнологий, потенциал которых он раскрыл в эпохальном труде «Машины создания: грядущая эра нанотехнологии» (1986 г.). Его докторская диссертация,

защищенная в 1991 г. в Массачусетском технологическом институте, была издана спустя год как книга «Молекулярные наносистемы». За Дрекслером прочно закрепилась репутация «крестного отца» нанотехнологий (кстати, ему принадлежит и авторство самого термина). В последние годы ученый работает в Англии, в Оксфордском университете. В московской аудитории он говорил о технологиях для массового производства, основанных на самосборке крупных объектов из элементарных строительных блоков нанометрового масштаба.

ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВУЗА

В первый день форума было подписано трехлетнее соглашение о сотрудничестве по программе создания Сколковского института науки и технологий в ближайшем Подмосковье, официально зарегистрированного как юридическое лицо накануне. Он станет ключевым элементом Инновационного центра «Сколково», которому отведена роль крупнейшего испытательного полигона новой экономической политики России. Негосударственный независимый вуз — плод сотрудничества Фонда «Сколково» и Массачусетского технологического института (MIT) — одного из престижных технических учебных заведений США, мирового лидера в области робототехники и искусственного интеллекта. Здесь будут обучать бакалавров по исследовательским программам, подготовленным американскими учеными. Причем студенты должны в совершенстве знать английский — он станет основным языком общения.

Учредители образовательной структуры — ОАО «Роснано», Российская венчурная компания, Межэкономбанк, Московский физико-технический институт, Томский политехнический университет, Мос-



**Президент РФ
Дмитрий Медведев
на пленарном заседании
форума.**

ковская школа управления «Сколково», Российская экономическая школа, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и Научный центр РАН в подмосковной Черноголовке — представляют все срезы инновационного рынка: институты развития, классические вузы, компании, финансирующие разработки, учебные и исследовательские заведения нового поколения.

Подписание соглашения сопровождал интересный экскурс в историю. Вексельберг вручил главе Массачусетского технологического института Сюзан Хокфилд письмо, которое в 1876 г. написал тогдашний президент МИТ своему коллеге из Императорского московского технического училища (ныне Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана). В нем американец дал весьма лестную оценку принципам организации образовательного процесса, с которыми познакомился в российском вузе, и пообещал, что они лягут в основу деятельности МИТ как «единственно правильные». «Это очень трогательное напоминание о том, что наше сотрудничество насчитывает более 100 лет истории», — в ответ заметила госпожа Хокфилд. Позже на пресс-конференции она подчеркнула значимость «удивительно захватывающего эксперимента» — рождение вуза: «Для нас совершенно очевидно, что мы не сможем оставаться лидерами в XXI веке, если продолжим ограничиваться только работой дома, в Кембридже, штат Массачусетс. Если мы хотим оставаться на передовой науки, наш институт должен участвовать в таких проектах». К слову, президентом Сколковского института назначен ее коллега — про-

фессор инженерных наук, авионавтики, астронавтики и технических систем Эдвард Кроули.

ПОД МАРКОЙ «СДЕЛАНО В РОССИИ»

Ежегодно на главной выставочной площадке страны — «Экспоцентре» — проходит свыше 100 мероприятий. «RusnanotechExpo» по масштабу и значимости, безусловно, стала рекордсменом: выставка собрала почти 400 компаний из 107 городов России и 10 зарубежных стран — мировых лидеров nanoиндустрии, в том числе из Австралии, Великобритании, Японии, Германии, Ирана, Нидерландов, Финляндии, Южной Кореи. Среди новичков — Королевство Испания, впервые экспонировавшее продукцию 20 ведущих высокотехнологичных компаний. Для такого числа участников общую выставочную площадь (она составляла 4605 м²) пришлось увеличить по сравнению с 2010 г.

Организаторы «RusnanotechExpo» особое место отдели коллективным экспозициям (их было 36), где демонстрировали достижения в области nanoиндустрии — машиностроении и металлообработке, оптоэлектронике и наноэлектронике, солнечной энергетике и энергосбережении, медицине и биотехнологиях — 15 регионов РФ. При этом самый большой стенд площадью свыше 500 м² принадлежал «Роснано» и Фонду инфраструктурных и образовательных программ. Продукция 60 компаний, созданных при финансовом участии корпорации, укладывалась в рамки шести кластеров: оптика и электроника, медицина и фармакология, инфраструктурные проекты, модификация поверхности, энергоэффективность,

наноматериалы. В их числе — фирмы, запустившие производства в 2010-2011 гг., а также новые участники, впервые демонстрирующие свою продукцию и технологии.

В приоритете корпорации, как показала выставка, проекты, работающие на развитие человеческого капитала, т.е. на обеспечение здоровья и благополучия нации. Например, «Роснано» профинансировало расширение в г. Сарове* (Нижегородская область) промышленного выпуска пенополиуретанового медицинского покрытия «Локус» (жидкий бинт) для ран, пролежней и ожогов с нанокристаллическим бёмитом (минерал из класса гидроокислов), обладающим высокими бактерицидными, сорбционными свойствами. Обеспечивая термоизоляцию и повышая газопроницаемость повязки, «Локус» по сравнению со стандартными перевязочными материалами сокращает сроки лечения пациентов с 28 до 16 дней.

В кооперации с московскими медицинскими учреждениями (Научно-исследовательским институтом трансплантологии и искусственных органов им. В.И. Шумакова и Институтом медико-биологических исследований и технологий) «Роснано» примет участие в производстве наноструктурированных биополимерных имплантатов (пластырей) для трансдермальной (через кожу) доставки лекарственных веществ. Такие «комфортные» технологии окажут серьезную конкуренцию традиционным инъекциям, что особенно актуально для лечения хронических болезней с пожизненной привязкой пациентов к приему препаратов.

Наблюдательный совет корпорации одобрил вложение средств в расширение действующего произ-

водства активных элементов из эрбиевого граната для уникальных лазерных излучателей, на базе которых будет создана линейка отечественного медицинского оборудования, — перфораторы «Erby» и «Professional». Использование данного типа устройств позволит реализовать разработанную компанией «Инженерный центр новых технологий» (г. Троицк Московской области) методику бесконтактного прокола биологических тканей пальца лазерным светом для забора крови.

Корпорация профинансирует проект по созданию искусственных двух- и трехстворчатых сердечных клапанов компании «Роскардиоинвест» (Москва). Последние обладают параметрами, близкими к характеристикам природных: они обеспечивают малое сопротивление току крови и низкий уровень образования тромбов. Потребности России по их протезированию — 30-60 тыс. операций в год, но сегодня медики могут проводить лишь 10-11 тыс.

«Роснано» будет содействовать Центру теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Гематологическому научному центру РАМН, Государственному научно-исследовательскому испытательному институту военной медицины в продвижении нового метода диагностики нарушений свертываемости крови и создании на его основе нанотехнологического производства современного оборудования: аппаратов, выявляющих данные патологии и определяющих риск осложнений, в частности тромбозов, одноразовых тест-систем для исследования гемостаза.

Заметим, госкорпорация, будучи институтом развития, не пытается контролировать бизнес в каждой новой компании, т.е. заменять частного собственника, она лишь помогает и поддерживает его. «Во многих проектах наша доля составляет менее 15%, — ска-

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



Американский футуролог
Эрик Дрекслер.



Экспозиция ОАО «Роснано».



Открытие «умного» магазина.

зал в интервью каналу «Россия 24» Анатолий Чубайс. — И это правильно, потому что те, кто создавал проект, и есть настоящие инноваторы, они и должны контролировать свой бизнес». Вот почему через определенное время «Роснано» выходит из числа акционеров, что, по словам председателя правления, создает «револьверный принцип» функционирования компании. Такова главная целевая задача корпорации, констатировал Чубайс.

ИЗ МАГАЗИНА – В ДОМ

Сюрпризом для участников и гостей стал «магазин будущего», открывшийся на площадке форума. Все

товары в нем имели радиочастотные метки для дистанционного считывания информации — они, по замыслу нанотехнологов, должны прийти на смену используемым в настоящее время маркировочным штрих-кодам. Непривычная для сегодняшнего потребителя технология действительно значительно упрощает процедуру покупки: товары с подобной идентификацией можно в тележке провезти через специальную раму, а на выходе узнать полную стоимость покупки. При этом кассир для оплаты не нужен — можно воспользоваться мобильным телефоном или банковской картой на электронном терминале.



Студенты и школьники –
участники форума.

Из магазина дорога вела к макету «дома будущего» с автономной системой освещения, низкоэмиссионными стеклопакетами, композиционной арматурой и нанопластиком — так проектные компании госкорпорации продемонстрировали спрос на выпускаемую ими продукцию. Более того, участникам форума представилась возможность в интерактивном режиме управлять некоторыми элементами интерьера и технического оснащения.

АЛМАЗЫ ПОЛУЧАЮТ ВЗРЫВОМ

Трехдневная программа форума завершилась вручением Международной премии «Rusnanoprize», учрежденной «Роснано» и присуждаемой за научно-технологические разработки, изобретения и их внедрение в широкую практику. В 2011 г. ее лауреатом стал научный руководитель Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН академик Геннадий Сакович, предложивший технологию изготовления алмазов нанометрового размера с помощью взрыва. Вместе с ним наградной символ и памятный диплом получил Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (г. Бийск), где организован промышленный выпуск инновационной продукции.

Наноалмазы, играя роль мощного структурообразователя, обеспечивают дисперсионное упрочнение композиции, поэтому их используют для формирования износостойких покрытий, в которых нуждаются детали машин и механизмов, режущий и штамповочный инструмент, для суперфинишной полировки сверхтвердых и мягких материалов, создания присадок к маслам, снижающим коэффициент трения в сопряженных деталях.

Необходимость в них возникла в конце 1970-х — начале 1980-х: динамично развивающаяся в те годы отечественная машиностроительная отрасль требо-

вала новых способов добычи и получения технических алмазов. Это стимулировало начавшиеся в Научно-производственном объединении «Алтай» и Институте гидродинамики СО РАН (г. Новосибирск) работы по их детонационному синтезу. В тот период директором бийского предприятия был Геннадий Сакович, ему с коллегами в первых же публикациях удалось доказать экономическую целесообразность метода, что послужило поводом для принятия Министерством машиностроения СССР решения о создании промышленной технологии. В 1985 г. на «Алтае» создали роботизированное производство наноразмерных алмазов, а через год начали выпускать продукцию в промышленном масштабе и поставлять ее на предприятия страны. На первых порах работа носила секретный характер, но вскоре появились открытые публикации. После патентной поддержки ее разрекламировали на специализированных форумах в США, Японии, Франции — сибиряки получили первые контракты на поставку продукции за рубеж. Сегодня «Алтай» выпускает 10 видов наноалмазов, в том числе для экспорта в промышленно развитые страны.

Аналог «взрослого» «Rusnanoprize» — молодежный конкурс, где состязались инноваторы в возрасте до 35 лет, принес победу Марии Давыдовой из Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск). Она представила уникальный метод получения морозостойких нанокompозитов. Жюри выделило эту работу из пяти финалистов за новизну и актуальность.

РОССИЙСКИЙ ПРИБОР НА АМЕРИКАНСКОМ МАРСОХОДЕ



В ноябре 2011 г. с космодрома на мысе Канаверал (штат Флорида, США) стартовала ракета-носитель «Atlas V» с научно-исследовательской автоматической станцией НАСА MSL (Mars Science Laboratory — марсианская научная лаборатория). Через 9 месяцев, т.е. в августе 2012 г., она должна доставить на поверхность Красной планеты марсоход «Curiosity» («Любопытство»). В состав его научной аппаратуры входит российский прибор ДАН (динамическое альbedo* нейтронов) для сбора информации о наличии запасов воды и водородсодержащих соединений, разработанный в Институте космических исследований РАН (ИКИ) по заказу Роскосмоса. Ученые намерены с его помощью проверить гипотезу о возможности существования на раннем или современном этапе развития Марса примитивных форм жизни.

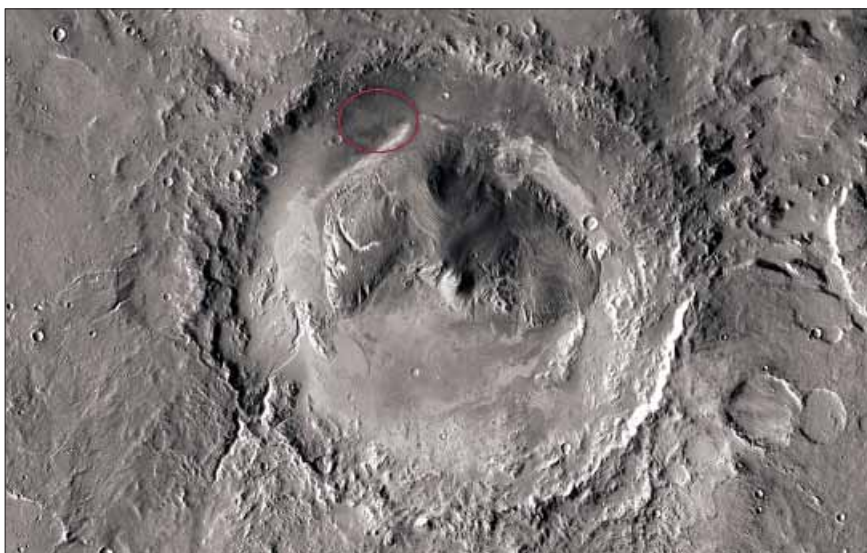
*Альbedo — характеристика отражательной (рассеивающей) способности поверхности материала (прим. ред.).

«Curiosity» совершит посадку в районе кратера Гейла — огромной впадины с высоким конусом выноса осадочных пород в центре, вероятно, сформированном потоком воды. Грунт у его подножия содержит соединения серы и глину, формирующихся, как правило, в присутствии живительной влаги. Географическое положение кратера увеличивает вероятность обнаружения ее следов.

ДАН, состоящий из двух блоков — импульсного нейтронного генератора, изготовленного в московском Всероссийском научно-исследовательском институте автоматики им. Н.Л. Духова (госкорпорация «Росатом»), и детектора нейтронов, созданного в ИКИ РАН, — прикреплен по бокам к марсоходу, рядом с его колесами, и связан специальным контролируемым интерфейсом с научной палубой космического аппа-

Снимок Марса, сделанный американским космическим телескопом «Хаббл» 26 июня 2001 г.

Марсоход «Curiosity», 2,8 м в длину и массой 930 кг, по размерам вдвое больше предшественников, побывавших на поверхности Марса, и примерно в 5 раз тяжелее их.



Кратер Гейла – наиболее перспективное место посадки марсохода «Curiosity».

рата. При этом механизм закрыт от внешних воздействий коробами с теплоизоляционными свойствами.

В пресс-службе ИКИ РАН дали подробную информацию о принципах работы устройства, предназначенного для активного зондирования верхнего слоя грунта Марса толщиной ~1 м, и участии нашей страны в американском проекте, предусмотренном соглашением между Роскосмосом и НАСА.

Впервые водяной лед в реголите (материале, покрывающем поверхности небольших безатмосферных планет и спутников) Марса, говорится в сообщении, был открыт благодаря российскому прибору ХЕНД* (High Energy Neutron Detector), сделанному тоже в ИКИ для американского аппарата «Mars Odyssey» (запуск 2001 г.) и свыше 9 лет находившему-

ся на орбите Красной планеты (связь с ним была потеряна в 2010 г.). Результаты его измерений позволили ученым сделать вывод об огромных запасах воды в глубинных слоях небесного тела и оценить динамику сезонных отложений атмосферной углекислоты на его поверхности.

Оба эксперимента имеют общую методологию — исследование способом ядерной планетологии состава грунта и поиск воды с борта космического аппарата*. Однако есть и отличия: если ХЕНД измерял нейтроны, образовавшиеся в осадочных породах Марса естественным путем под воздействием космических лучей, то ДАН рассчитан на зондирование только участка поверхности, на котором находится автоматизированная машина. При этом одновременно будут ис-

*См.: И. Митрофанов. Разгадывая марсианские тайны. — Наука в России, 2002, № 6 (прим. ред.).

*См.: Э. Галимов. Перспективы планетологии. — Наука в России, 2004, № 6 (прим. ред.).



Летный образец детектора нейтронов, созданного в Институте космических исследований РАН.



Летный образец импульсного нейтронного генератора, изготовленного в московском Всероссийском научно-исследовательском институте автоматики им. Н.Л. Духова.

пользованы самые эффективные для поиска воды методы гамма- и нейтронной спектроскопии.

Физический принцип таких измерений основан на тонкостях ядерной физики: прибор генерирует короткие (длительность ~1 мкс), но мощные (до 10 млн частиц за одно движение) импульсы нейтронов с энергией 14 МэВ. Элементарные частицы, не имеющие электрического заряда, проникают в грунт Марса, где взаимодействуют с основными породообразующими элементами. Когда нейтрон сталкивается с легким ядром атома водорода (H_2), то, подобно сблизившимся теннисным мячам одинаковой массы, теряет почти половину своей энергии. При взаимодействии же с тяжелыми ядрами, напротив, меняет ее незначительно. Одним словом, если в грунте есть содержащие водород соединения, то прибор будет фиксировать нейтроны с некоторой временной задержкой по отношению к другим частицам. Таким образом, измеряя после импульсного облучения их энергию и время регистрации, можно оценить содержание в веществе H_2 и на основе его распространенности судить о наличии в грунте гидратированных минералов или льда. Чувст-

вительность прибора позволяет обнаружить воду в концентрации ~0,1%.

ДАН, сообщает пресс-служба ИКИ РАН, будет проводить измерения вдоль всей трассы движения техники. Когда она обнаружит участок с повышенным содержанием воды, к работе подключат другие приборы для детального исследования грунта и поиска в этом месте свидетельств биологической активности.

«Поскольку ресурс марсохода зависит не от солнечных батарей (энергией его питает установленный на «корме» плутониевый источник), а от надежности конструкции самого аппарата, — отметил руководитель эксперимента, заведующий лабораторией космической гамма-спектроскопии ИКИ РАН, доктор физико-математических наук Игорь Митрофанов, — он сможет исследовать поверхность Красной планеты в течение одного марсианского года, или двух земных лет». Поэтому нейтронный генератор должен обладать аналогичной стойкостью.

Специалисты ВНИИ автоматики им. Н.Л. Духова учли этот нюанс. За основу они взяли серийно выпускаемую промышленную установку ИНГ-101, моди-

Старт ракеты «Atlas V»
с лабораторией MSL 26 ноября 2011 г.



Так будет выглядеть «Curiosity»
на поверхности Марса.

фицировав ее под задачи MSL. Изменения касались габаритных размеров, соответствующих посадочным местам на борту лаборатории, расширения температурного диапазона (понижение минимальной рабочей температуры с -20 до -40°C) и других параметров, повышающих надежность работы в экстремальных условиях.

Источником нейтронов в блоке служит вакуумная трубка. По сути, это миниатюрный линейный ускоритель, с одной стороны которого расположен ионный источник, а с другой — мишень, насыщенная тритием. При ее бомбардировке ускоренными ионами происходит ядерная реакция с образованием нейтронов, имеющих энергию 14 МэВ, необходимую для проведения экспериментов на Марсе.

Следует подчеркнуть, американские специалисты испытывали генератор в составе лаборатории MSL в условиях, приближенных к реальным, и пришли к выводу: он сможет выдержать механические и климатические нагрузки, возникающие при старте ракеты с Земли, перелете и посадке на планету, причем его ресурса (10 млн импульсов, если их подавать каждые 10-20 с) хватит на весь срок работы марсохода.

В создании комплекса ДАН, отметили в пресс-центре, участвовали также Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Москва) и Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна Московской области). Эксперимент на борту марсохода будут проводить наши и американские специалисты из Лаборатории реактивного движения НАСА и Университета штата Аризона под руководством Игоря Митрофанова. «Когда марсоход идет по поверхности планеты, — заметил он, — им должна управлять единая команда. Принцип, характерный для орбитальных космических аппаратов, когда экспериментатор обрабатывает результаты, полученные только от своего прибора, здесь неприемлем».

*По материалам пресс-службы
Института космических исследований РАН*

*Иллюстрации с сайта НАСА «Mars Science Laboratory»
и Института космических исследований РАН*

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

ПРОВОДА С ПРОЧНОСТЬЮ СТАЛИ



Марина ХАЛИЗЕВА, журналист

Специалисты московского Высокотехнологического научно-исследовательского института неорганических материалов им. А.А. Бочвара – крупнейшего научного центра госкорпорации по атомной энергии «Росатом» – создали промышленную технологию изготовления электротехнических проводов из нового класса материалов с нанометрическим уровнем дисперсности структуры, обладающих уникальным сочетанием прочностных и проводящих свойств.

Их практическое использование позволит совершить качественный скачок в электро-, авиа- и космической технике, машиностроении, судостроении и электронике.

Основные типы сверхвысокопрочных наноструктурированных проводов, выпускаемых Высокотехнологическим научно-исследовательским институтом неорганических материалов им. А.А. Бочвара.

**Физический эффект
аномального повышения прочности
в тонких проволоках системы Cu-Nb.**

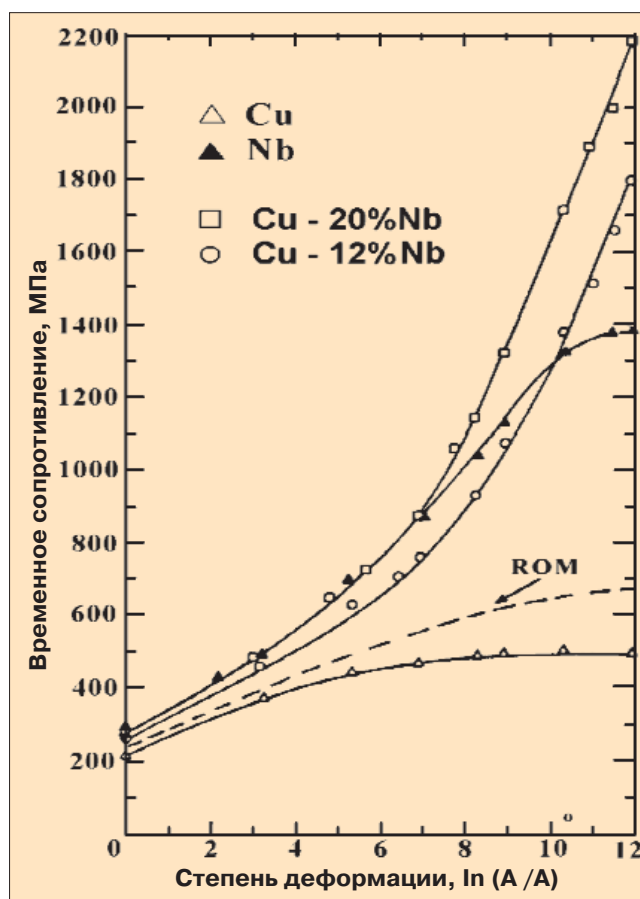
Институт, при участии которого во второй половине XX в. были созданы ядерный щит страны, атомный флот, современные АЭС, космические аппараты, высокотехнологичное производство по переработке отработавшего ядерного топлива, начал заниматься сверхпроводниками* еще в 1960-х годах. Тогда в расположенном по соседству с ним Курчатовском центре (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») строили уникальные магнитные системы — токамаки — наиболее перспективные устройства для удержания плазмы**. Температуру, необходимую для получения в них термоядерных реакций практически приемлемого уровня, нужно было поднимать до сотен миллионов градусов. Но как управлять такой стихией? В 1951 г. выдающиеся советские физики академики Андрей Сахаров*** и Игорь Тамм предложили использовать термоядерный реактор, где плазма имела бы форму тора и удерживалась в нем с помощью сильных полей, создающихся магнитами со сверхпроводящими обмотками. Поиском новых материалов для них и занимался работающий в тесной кооперации с курчатовцами институт, возглавляемый известным металловедом академиком Андреем Бочваром (1902-1984).

Именно там методом гальванического сращивания получили ~10 т сверхпроводников на основе ниобий-титанового (NbTi) сплава для установки Т-7 (1979 г.) — первого в мире токамака, разработали и освоили в промышленном масштабе так называемую «бронзовую» технологию производства композита из ниобий-оловянного (Nb₃Sn) соединения, основанную на селективной твердофазной диффузии. Тонкие нити ниобия запрессовывали в матрицу из бронзы, содержащую 10-13% Sn. В результате многократного волочения и повторяющихся запрессовок с промежуточными отжигами и последующей термической обработкой происходила диффузия олова в ниобий и образование на его поверхности тонкой защитной Nb₃Sn-пленки. Из-за ничтожной растворимости медь в ниобий практически не проникала. Изготовленные таким способом провода обладали высокой пластичностью, легко гнулись и укладывались плетением в кабель, сохраняя при этом прочность. Благодаря новаторской технологии бочваровцы, по сути, открыли дорогу к

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

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

***См.: «Отец» водородной бомбы. — Наука в России, 2011, № 4 (прим. ред.).

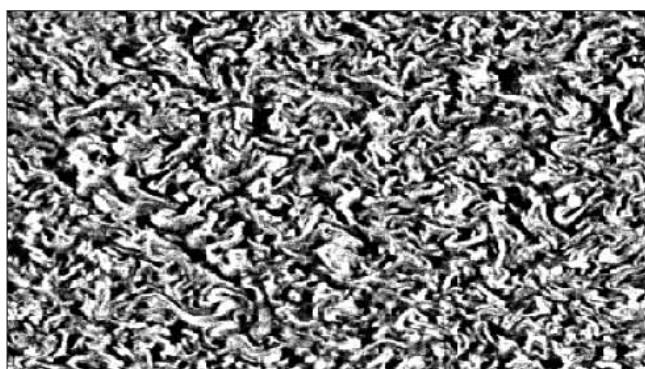
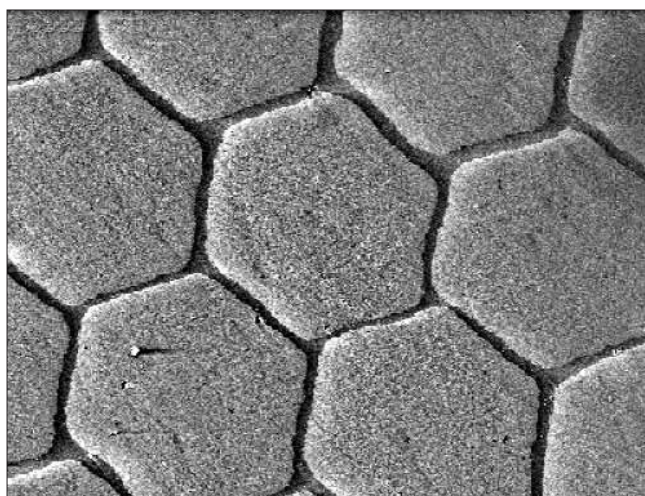


созданию в Курчатовском институте крупнейшей магнитной системы Т-15 (1988 г.), состоящей из ~25 т обмоточного кабеля. И это стало первым в мире масштабным применением сверхпроводящих материалов. Сегодня последователи именитого металловеда обеспечивают длинномерными высокопрочными обмотками (на основе Nb₃Sn-соединения) модельные катушки строящегося во Франции Международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР*.

Оптимизация конструкции таких кабелей, совершенствование характеристик входящих в его состав сплавов, в конечном счете и привели к появлению нового класса композиционных материалов, а также к созданию на их базе промышленной технологии изготовления наноструктурных электротехнических проводов с уникальным сочетанием прочностных и электропроводящих свойств. Данная работа, проводившаяся под научным руководством доктора технических наук Виктора Панцырного, стоит в ряду прорывных достижений бочваровцев.

Металловедам путем сборки биметаллических составных заготовок и их последующего деформирования удалось внедрить в медную матрицу обыч-

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



Cu-Nb-провод размером 3x5,8 мм² и его структура.

ного провода ленточные ниобиевые волокна толщиной 6-10 нм. В кабель сечением 2x3 мм специалисты имплантировали свыше 400 млн таких нитей, равномерно распределенных вдоль оси проводника. Именно они гарантируют изделию механическую прочность (1200-1500 МПа) на уровне стали. А малое расстояние между волокнами, сопоставимое со средней длиной пробега электронов в матрице, обеспечивает электропроводность, близкую к чистой меди. При этом новые обмотки в 10 раз устойчивее к напряжениям изгиба по сравнению с Cu. По такой технологии можно получать однородные по свойствам высокопрочные провода длиной 100-200 м.



Печи для выплавки слитков.

Надо признать, западные электротехнологические компании, в частности «Supercon» (США) и «Showa и Furukawa Electric» (Япония), в конце 1980-х-начале 1990-х годов пытались создать сходный по характеристикам силовой кабель, однако достичь оптимального соотношения прочности и электропроводности удалось только нашим ученым. Отправленная в научные центры США, Бельгии, Нидерландов, Германии, Польши и Литвы партия отечественных нанокompозитов получила высокую оценку зарубежных специалистов. Например, в американской Лос-Аламосской национальной лаборатории, где материал проходил тестовые испытания, пришли к однозначному выводу: по всем ха-



Волоочильные машины.

рактическим характеристикам Cu-Nb-провод превышает мировые аналоги. А в Университете Флориды из него уже создали импульсную магнитную систему с рекордно высокой индукцией магнитного поля 85 Тл. Следующим шагом станет пуск супергиганта на 90 Тл в Лос-Аламосе.

Рыночные перспективы инновационного продукта необъятны. В электротехнике провода нужны для установок с высокой напряженностью магнитного поля (от 50 до 100 Тл). В машиностроении, в частности в автомобильной и авиационной отраслях, — для реализации магнитно-импульсного метода штамповки серийных деталей сложной формы, сварки разнородных материалов — используемые в

качестве индукторов, они в 2 раза повышают мощность и, как следствие, эффективность этого оборудования. В электронной и телекоммуникационной технике такие провода будут способствовать уменьшению веса и габаритов миниатюрных изделий, сохранению их долговечности за счет высокого показателя «гиб с перегибом». В авиационной и космической промышленности — повышать надежность авионики (электронных систем в области авиации) при уменьшении массы соединительных кабелей. В робототехнике благодаря высокой стойкости к изгибным напряжениям — увеличивать стабильность работы устройств передачи электроэнергии к исполнительным механизмам.



Новое оборудование,
вносимое ВНИИ им. А.А. Бочвара
в уставный капитал
Научно-производственного
предприятия «Наноэлектро».

**Готовая продукция –
сверхвысокопрочный наноструктурированный
Cu-Nb-провод.**

Большие выгоды сулит применение композиционных проводов для организации скоростного железнодорожного и городского троллейбусного транспорта, контактные сети которого в связи с повышенными требованиями по механической прочности, износо- и коррозионной стойкости требуют частой замены. А их использование в устройствах резонансной передачи электроэнергии, утверждают разработчики, вообще не имеет альтернативы.

По экспертным оценкам, в основном сегменте рынка – производстве электропроводов – суперкомпозит может составить серьезную конкуренцию распространенным на рынке аналогам из сложнелегированных бронз – близкий к ним по уровню прочности, он имеет вдвое большую проводимость.

Новизна разработки подтверждена патентами РФ и дипломами международных и отечественных выставок. В 2005 г. она победила в Конкурсе русских инноваций, в 2006-м признана лучшей на отраслевом Инновационном форуме «Росатома» в категории «Электроника и электротехника». А сегодня проект выходит на новый уровень: в августе 2011 г. ОАО «Роснано» и Высотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. А.А. Бочвара (с 2009 г. входит в компанию «ТВЭЛ», обеспечивающую топливом ядерно-энергетический комплекс страны) подписали инвестиционное соглашение по созданию промышленного выпуска сверхвысокопрочных наноструктурированных проводов в рамках совместного Научно-производственного предприятия «Наноэлектро».

Проект весьма актуален, утверждает в интервью газете «Атомпресса» (2011, № 41) генеральный директор новой компании Сергей Судьев: он сохранит накопленный в области композиционных проводниковых материалов научно-технический потенциал, удовлетворит растущий на электротехническом рынке спрос на обмотки с сверхвысокой прочностью и электропроводностью и позволит в перспективе занять там достойные позиции.

По прогнозам экспертов, к 2015 г. мировой рынок суперпроводов достигнет 696 млн дол., что вдвое превысит таковой в 2009 г. «Сегмент проводов прочностью свыше 800 МПа, к которому относится значительная часть нашей продукции, – говорит в той же публикации Судьев, – по итогам 2009 г. составлял ~27% рынка, а к 2015 г. его доля будет приближаться к 50%». Российский рынок данной продукции пока выглядит скромно: 12 млн дол. в 2009 г. и 34 млн дол. к 2015 г. – это 5% от мирового показателя. Однако с вводом в строй отечественного производства наша страна, как показывает маркетинговый анализ, может занять на кабельном рынке все 15%.

Основную часть финансирования проекта (450 млн руб.) взяло на себя ОАО «Роснано». Бочваровцы инвестировали в него 570 млн руб. – главным образом



интеллектуальной собственностью и оборудованием. К концу 2014 г. на территории их института, где работают два цеха с мощными прессами, большими плавильными печами и другим промышленным оборудованием, будут изготавливать до 50 т наноструктурированных проводов в год. Перспективные планы (2014-2017 гг.) связаны с формированием крупномасштабного коммерческого выпуска таких материалов на базе Чепецкого механического завода (г. Глазов, Удмуртия) – одного из крупнейших предприятий уральского региона, где создают изделия из циркониевых сплавов, природного и обедненного урана, металлического кальция и его соединений. По программе диверсификации (перориентации рынков сбыта) производства сверхпроводящих материалов для ИТЭР с 2014 г. на заводе высвобождаются значительные мощности. Но они будут разумно использованы для других целей – изготовления четырех основных типов нанопроводов объемом 200 т в год, имеющих на рынке наибольший платежеспособный спрос.

Иллюстрации с сайта топливной компании «ТВЭЛ»

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Марина МАЛЫГИНА, журналист

В конце октября 2011 г. на восточном склоне Среднего Урала, в г. Арамиль, расположенном в 15 км от Екатеринбурга, открыли завод «Уралпластик-Н» по выпуску современных упаковочных материалов, модифицированных нанокомпозитами собственного производства.

Его мощности рассчитаны на 1800 т гибкой пленки в месяц — это примерно 650 млн блоков с готовой пищевой продукцией и бытовой химией.

Новый материал будет замещать на рынке более дорогие традиционные: полиамид, многослойные пленки с газонепроницаемой структурой и различные типы поливинилхлоридных.

Сегодня производство гибкой упаковки — едва ли не самый быстроразвивающийся рынок в России: среднегодовые темпы его роста — более 60%. Спрос на них будет повышаться по мере роста потребления молочных, мясных и рыбных продуктов. По прогнозам экспертов, объемы выпуска сложных химических покрытий будут ежегодно увеличиваться в 2-2,5 раза. И это объяснимо: гибкие полимеры обладают превосходными барьерными свойствами — они препятствуют проникновению влаги, масел, жиров, химических соединений, газов, микроорганизмов и ультрафиолетового излучения, легки, но при этом прочны, безопасны для человека и окружающей среды.

Заметим, технологии их производства все время совершенствуются. Один из способов привнесения инноваций связан с введением на стадии переработки полимеров различных модификаторов, в том числе нано-

композитов, способных увеличивать срок хранения готовых продуктов без ухудшения свойств основного сырья и снижать количество упаковочных отходов. Именно это направление в последние годы стало для «Уралпластика» — одного из крупных «игроков» на рынке полимерной промышленности в России — приоритетным.

Разумеется, нанобизнес уральцев формировался не на пустом месте. На предприятии, созданном еще в 1941 г. в Екатеринбурге, сначала производили пластмассы для оборонной промышленности, а затем полиэтиленовые (с 1959 г.) и полиамидные (с 1981 г.) пленки. Однако с переходом в 1990-х годах на рыночные отношения объемы производства продукции сократились, завод влез в долги и к 2000 г. оказался на грани банкротства. В это сложное время его и купил Алексей Гончаров — выпускник Уральской академии государственной

Схема строения полимерной упаковки, модифицированной нанокompозитами.

службы, окончивший ее в 1997 г. по специальности менеджмент. До 2000 г. он занимался частной предпринимательской деятельностью — производством термоклеевых полиамидных порошков, торговлей, переработкой промышленных отходов. Но особенно ярко его способность добиваться максимального результата в условиях ограниченных ресурсов проявилась в должности генерального директора завода. За короткое время Гончаров сумел превратить доживающее свой век предприятие в эффективно работающую на рынке упаковочной индустрии компанию.

Опорой для молодого предпринимателя стал созданный им R&D отдел (от англ. research and development) — подразделение, укомплектованное высококвалифицированным персоналом, занимавшимся изучением рынка, разработкой рецептур тонкослойных материалов и новых продуктов. На предприятии были установлены самые крупные в стране мощности (300 т) по производству современных пленок под ламинацию, что способствовало быстрому освоению практически всех основных видов гибких полимеров, существующих на отечественном рынке. Кроме того, «Уралпластик» предлагал и свои оригинальные разработки — например, пленки Полиплен™ и Триуплен™, используемые в технологиях вакуумирования и создания модифицированной газовой среды.

В 2001 г. здесь запустили производство теплоизоляционных и упаковочных материалов из вспененного полиэтилена под торговой маркой Порилекс® — завод стал первым и единственным в стране его производителем. Через год компания первой в Восточной Европе внедрила технологию получения вспененного полипропилена. Сегодня она — эксклюзивный обладатель торговой марки Пенотерм®. Специалисты R&D, работающие в коллаборации с Научно-исследовательским институтом строительной физики и ограждающих конструкций Российской академии архитектуры и строительных наук (Москва), НИИ Мосстроем, Уральским научно-исследовательским институтом архитектуры и строительства (г. Екатеринбург), Техническим научным центром Финляндии, ежегодно предлагали новые, соответствующие международным требованиям теплоизоляционные материалы, что позволило «Уралпластику» войти в число крупнейших в Европе производителей вспененных полимеров. В 2004–2007 гг. завод пережил крупномасштабную реконструкцию, увеличивающую шансы на освоение технологии производства химически сложных покрытий.

«Это только кажется, что все пленки одинаковые, — утверждал Гончаров в интервью журналу «Русский репортер» (2011, № 41), — у них разная проницаемость для газов, жиров, термостойкость, прочность... Взять хорошо известный полиэтилен: это решето, он дырявый для кислот, газов, жиров, химии... Почему у нас продукты такие? Потому что их стараются напичкать химией, чтобы подольше сохранить, — химия дешевле, чем хорошая упаковка. Вообще, если посмотреть на

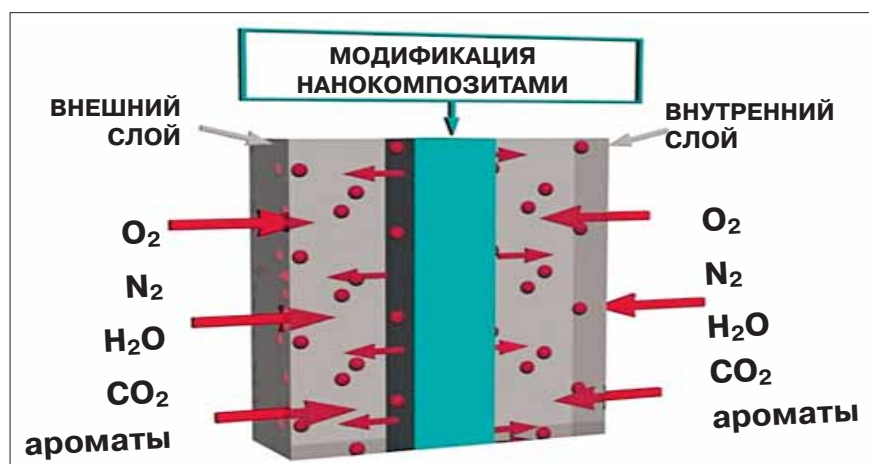


упаковку, то можно определить, покупаете вы химию или полезный живой продукт».

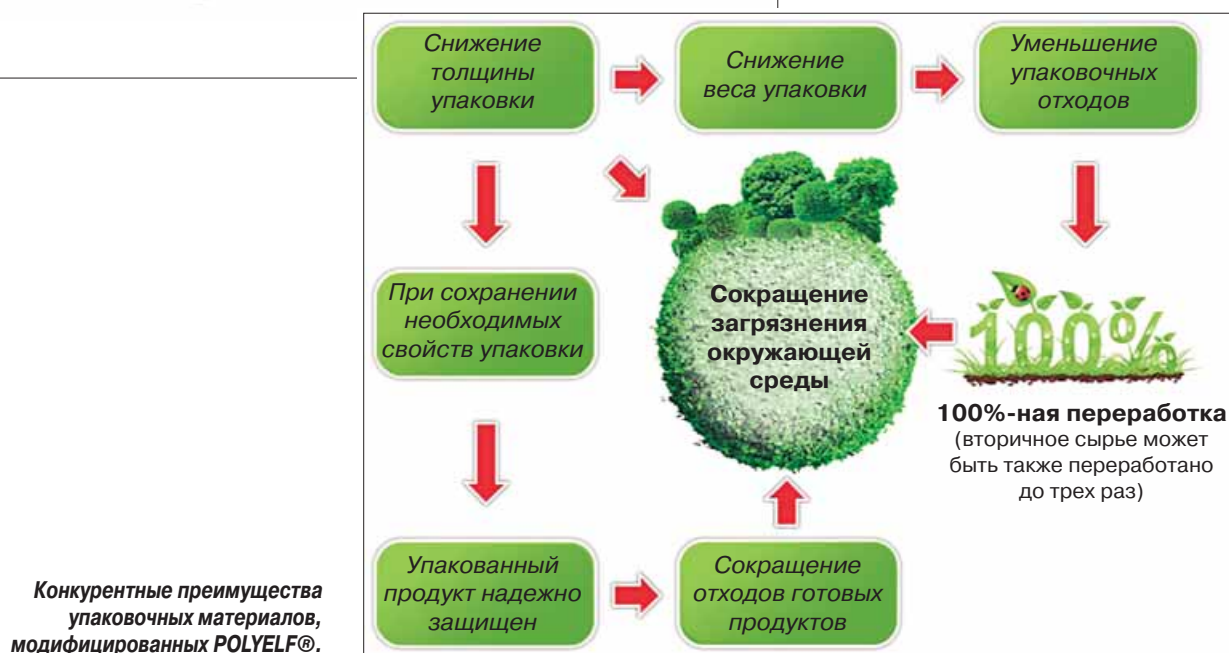
На рынке гибких полимеров, где действует и Гончаров, жесткая конкуренция. Мировые гиганты — Dupont (Франция), Basf (Германия), Chevron Phillips (США), с которыми он, кстати, наладил деловое сотрудничество, — давно занимают здесь первые позиции. И уральцам надо было сказать свое слово: получить пленку с улучшенными физико-механическими и барьерными свойствами, увеличивающими срок хранения живого продукта, при этом сделать ее тоньше широко распространенных — тогда и отходы в окружающую среду будут минимальными, и сырья понадобится меньше.

При решении амбициозной задачи Гончарову пригодились собственные знания, приобретенные в работе с термоклеевыми полиамидными порошками, опыт инженеров «Уралпластика», занимавшихся использованием нанотехнологий в производстве мастербатчей (композитов), наработки академических институтов. Все это вкупе привело к идее создания новаторских полимерных упаковочных материалов, технологически реализованной в цехах нового завода. Отметим, здесь сошлись три ноу-хау: производство самих модификаторов под торговой маркой POLYELF®, разработанной специалистами предприятия в кооперации с Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН (г. Новосибирск) и компанией «KWH Pipe Ltd-Extron» (Финляндия), осуществившей техническую поддержку, химия процесса (введение композитов в состав материала) и получение гибкой упаковки с характеристиками, превосходящими отечественные и некоторые зарубежные аналоги.

Барьерные пленки «Уралпластика» состоят из 3–10 различных полимеров и керамической микродобавки, введенной механохимическим способом во внутренние слои высокомолекулярных соединений. В процессе совместной активации полимера и нанокompонентов происходит измельчение, пластическая деформация исходных веществ и равномерное диспергирование ингредиентов смеси на атомарном уровне. В ре-



Введение нанокмпозитов во внутренние слои пленки исключает возможность миграции наночастиц в упакованный продукт.



в результате образуется низкопористая нанодисперсная структура, препятствующая миграции частиц и их проникновению в упакованный продукт.

Кислородо- и паропроницаемость такой пленки близка к нулю, а ее физико-механические свойства (прочность на растяжение, прокол и удар) по сравнению с аналогами увеличиваются на 40-60%. При этом толщина упаковки уменьшается на 20-30%.

Нанокмпозитный материал — находка для добросовестных производителей, работающих в сфере пищевой промышленности. В нем готовые первые и вторые блюда можно хранить до 5 лет без консервантов, в то время как традиционная барьерная упаковка со слоем фольги обеспечивает их сохранность в течение 6-24 месяцев. Поскольку в его составе нет металлических включений, продукт можно разогревать в обертке в микроволновых и духовых печах до 170°C. И еще одно конкурентное преимущество — безопасность для окружающей среды: инновационная пленка легко поддается переработке и повторному использованию.

Не случайно в 2009 г. проект был поддержан госкорпорацией «Роснано», реализующей государственную политику по развитию наноиндустрии и выступающей соинвестором в программах со значительным экономическим или социальным потенциалом. Суммарный объем инвестиций в новое производство — 2,3 млрд руб. При этом корпорация вложила в уставной капитал 576 млн руб., а также предоставила заем. «Да, деньги ее сложные, — заметил в упомянутом интервью «Русскому репортеру» Гончаров, — их трудно получить, но это одна из немногих реальных возможностей для малого и среднего бизнеса найти финансирование на hi-tech-проект». И добавил: «Роснано» — это не только деньги, это ресурсы для лоббирования на уровне государства, продвижение продукции, помощь в стандартизации и многое другое, необходимое для развития... Без «Роснано» я, наверное, не смог бы привлечь такие инвестиции».

Сам «Уралпластик» вложил в проект средства в форме движимого имущества и нематериальных активов

**Производственная площадка
«Уралпластика-Н» оснащена
высокотехнологичным оборудованием
для изготовления нанокompозитов.**



**Генеральный директор
ЗАО «Уралпластик-Н» Алексей Гончаров
на церемонии открытия нового
нанопроизводства. 2011 г.**

(собственных ноу-хау). Он же привлек стороннее финансирование — ~850 млн руб., направленных на лизинг оборудования из Германии, Италии и Финляндии. В результате Гончарову и его коллегам удалось оснастить цеха по последнему слову техники. Здесь установлена единственная в России десятислойная экструзионная* линия для выпуска высокобарьерной пленки, а также уникальная система дозирования сырья, не имеющая аналогов в нашей стране.

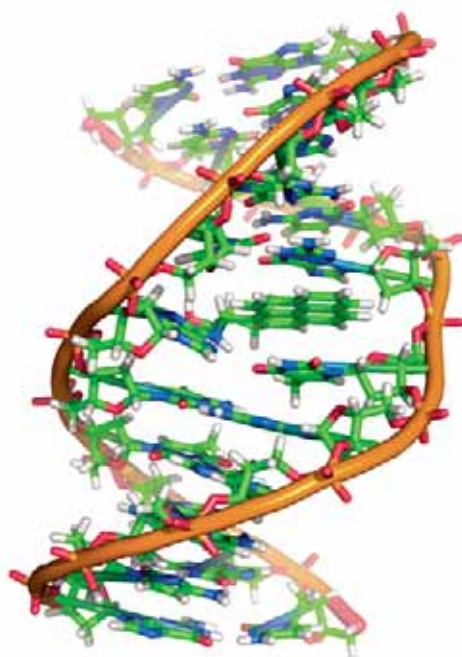
На проектную мощность — 24 тыс. т упаковки в год — предприятие намерено выйти в 2013 г. К 2014 г., по прогнозам R&D, его доля на российском рынке гибкой барьерной упаковки существенно увеличится (сейчас она составляет 15%), и тогда можно будет думать о выходе на мировой рынок.

Торжественный пуск уральского завода стал знаковым событием IV Международного форума по нанотех-

нологиям «Роснанотех», проходившего в октябре 2011 г. в столичном «Экспоцентре». Между Москвой и Арамилем установили телевизионный диалог, участниками которого стали Президент РФ Дмитрий Медведев, председатель правления «Роснано» Анатолий Чубайс и генеральный директор ЗАО «Уралпластик-Н» Алексей Гончаров. Еще недавно большую часть технологичной гибкой упаковки наша страна покупала за рубежом, заметили они во время телемоста. Теперь конкурентоспособная продукция отечественного нанозавода будет решать проблему импортозамещения. Кроме того, появление нового полимера подстегнет внутренний рынок к развитию высоких технологий и модернизации упаковочных мощностей.

*Экструзия — метод и процесс получения изделий из полимерных материалов путем продавливания расплава через формующее отверстие в экструдере (прим. ред.).

ПЕРЕХОД НА НАНОУРОВЕНЬ

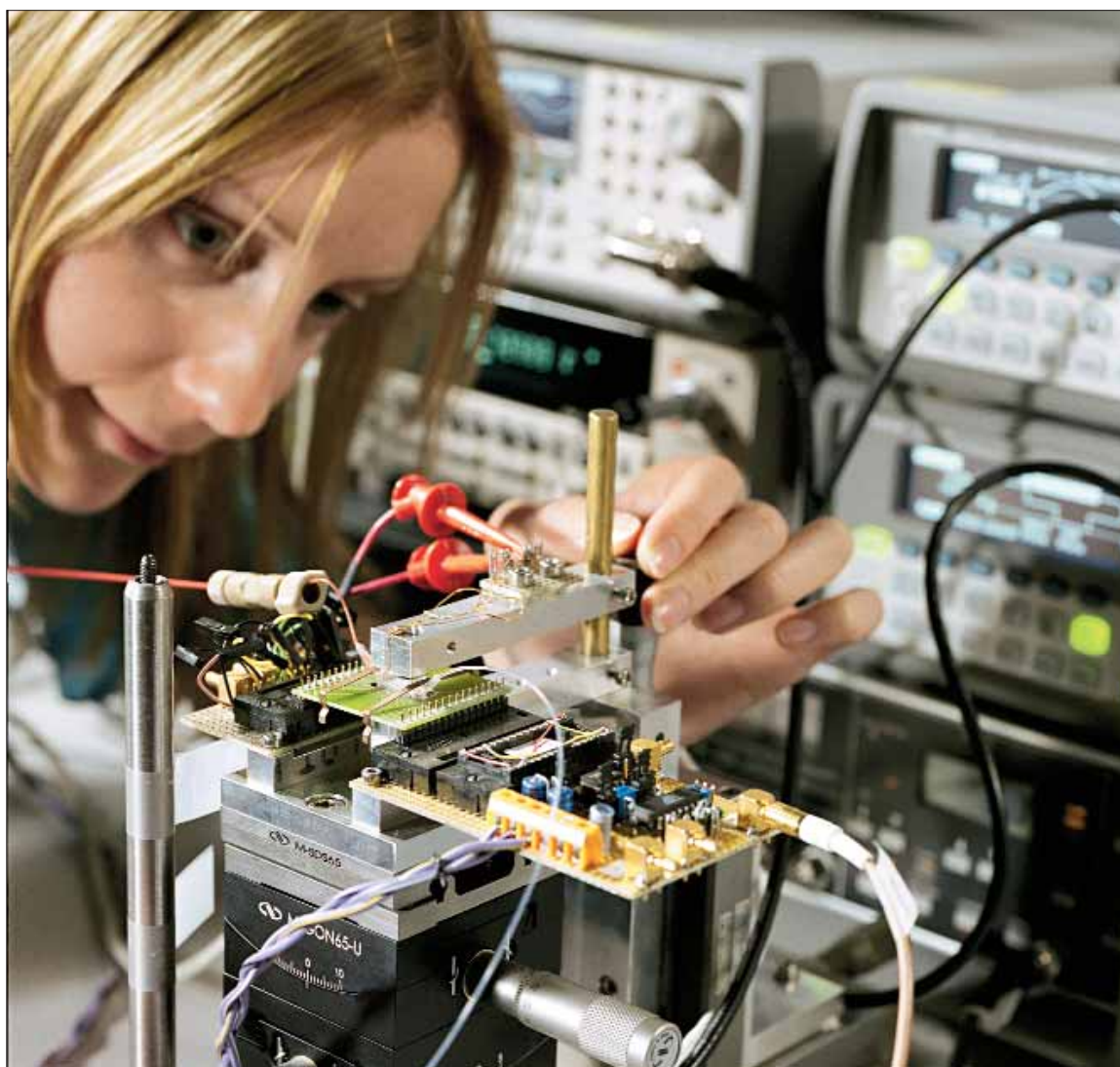


Ученые постоянно занимаются вопросами, связанными с влиянием на организм человека различных лекарственных веществ, особенно в составе новых препаратов. О некоторых открытиях в этой области корреспонденту газеты «Поиск» Наталье Булгаковой рассказал заведующий лабораторией биосенсоров Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН, доктор химических наук Анатолий Решетилов.

«В принципе, самый совершенный сенсор — это человеческий организм, — подчеркнул ученый. — Он

чутко реагирует на различные вещества, но использовать его в этой роли, как вы понимаете, никто не станет». И прежде всего речь идет о биосенсорах, в основном «нацеленных» на анализ биологических жидкостей, — в них-то соответствующие приборы призваны фиксировать присутствие и количество молекул различных химических соединений. Справляются с этим электрические сигналы, но дело в том, что в таком случае молекул изучаемого вещества

Молекула ДНК.



Лабораторные испытания биосенсора.

должно быть достаточно много — примерно миллион. Отечественные специалисты поставили перед собой задачу добиться того, чтобы можно было обойтись одной молекулой.

Раньше анализ на определение глюкозы в крови занимал 15–30 мин, теперь же с помощью биосенсора эта процедура проходит всего за 10 сек. Переход к одной частице существенно ускорит процедуру анализа, что зачастую необходимо для фундаментальных исследований, многих прикладных целей. Для этого требуется существенно уменьшить размер преобразователей электрического сигнала и перевести их на наноуровень. И вот группа ученых из Пушкинского государственного университета физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН как раз занимается их конструированием, созданием измерительной системы для них, а также тем, как

подвести молекулу к электродам, зарегистрировать от нее ток. Первый этап работы — создание преобразователей — удалось завершить. В планах исследователей сделать последние широкопрофильными, позволяющими вести измерения характеристик изучаемых веществ одновременно на нескольких биосенсорах. Разрабатываемая нанобиотехнология позволит, например, быстро и с меньшими затратами расшифровывать строение ДНК.

*Булгакова Н. «Не надо миллиона!» —
Газета «Поиск», 2010, №40*

Иллюстрации с интернет-источников

Материал подготовила Ольга АРТЮХИНА

В ПОИСКАХ «СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИДЫ»

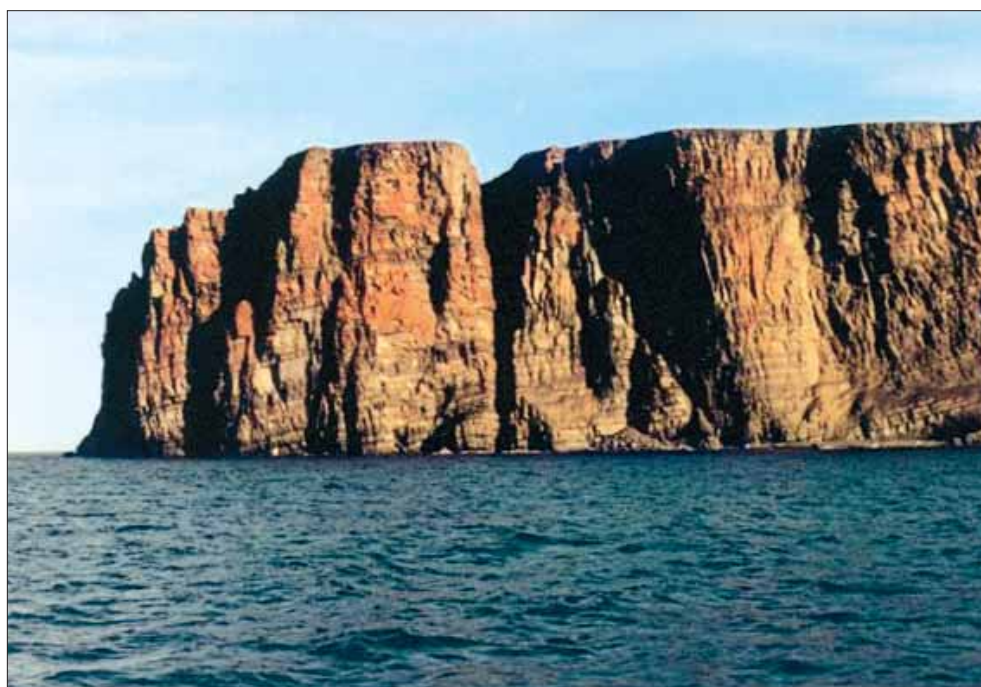


Кандидат биологических наук Николай ВЕХОВ,
Российский научно-исследовательский институт культурного
и природного наследия им. Д.С. Лихачева Министерства культуры РФ

До конца XVIII — начала XIX в. огромные пространства Арктики все еще оставались для человека тайной за семью печатями. Основными источниками сведений, зачастую неправдоподобных, об этих загадочных уголках Земли служили свидетельства изредка проникавших сюда рыбаков, охотников, исследователей, людей, оказывавшихся тут по долгу службы или по воле судьбы.

Новосибирские острова с моря.

**Остров Столбовой –
самый западный
из Новосибирских островов,
сложенный из древних
геологических пород.**



Многие из побывавших в высоких широтах общались о виденных в Северном Ледовитом океане неизвестных островах. И в их существование верило немало выдающихся мореплавателей. Так, в июле 1741 г. капитан-командор российского флота датчанин по происхождению Витус Беринг* искал вблизи полуострова Камчатка нанесенную на некоторые карты XVIII в. Землю Жуана-да-Гамы, а американцы, до рези в глазах всматриваясь в морскую даль, старались разглядеть к северу от полуострова Аляска Землю Харриса. Есть и другие примеры подобных поисков, увы, не давших результатов.

Самыми жизнеспособными, правдоподобными и убедительными из всех не то легенд, не то былей о неведомой суше среди льдов явились рассказы о Земле Санникова**. Первым заговорил о ней Иван Ляхов, в 1770-е годы ведший регулярный промысел морского зверя, песца, северного оленя и ловивший рыбу в районе Новосибирского архипелага (между морем Лаптевых и Восточно-Сибирским). «Дело» продолжил Яков Санников – передовщик (предводитель) охотничьей артели купцов Семена и Льва Сыроватских, в 1810 г. заметивший с северной оконечности острова Новая Сибирь приблизительно в том же месте далекие скалистые берега. Трижды он пытался туда отправиться, но всякий раз сталкивался с непреодолимой преградой – студеным океаном.

*Витус Беринг в 1725-1730 и 1733-1741 гг. руководил Первой и Второй Камчатскими экспедициями. Прошел по проливу между Чукоткой и Аляской, позднее названному его именем (первым там побывал в 1648 г. казак Семен Дежнев), достиг Северной Америки и открыл ряд островов Алеутской гряды (прим. ред.).

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

Очертания терявшихся на горизонте «высоких каменных гор» заметил он и будучи на острове Котельном, где обнаружил «в великом множестве» россыпи костей и каменные изделия.

Третий видевший Землю Санникова (тогда же, в 1810 г.) – российский полярный исследователь Матвей Геденштром – не смог до нее добраться, так как был остановлен полыней, сейчас хорошо известной как Великая Сибирская. Этот своеобразный морской оазис в ледяной пустыне океана в силу особых гидрологических условий никогда не замерзает, каждый год может менять очертания, размеры, но образуется постоянно и поражает разнообразием фауны – от зоопланктона до крупных позвоночных, включая рыб, птиц, китов, ластоногих, белых медведей.

Однако Петр Анжу – еще один отечественный мореплаватель, проводивший научные изыскания в Арктике, в частности побывавший тут в 1821-1823 гг. с экспедицией в поисках новых земель, имел в распоряжении хорошие зрительные трубы и опроверг соображение своих предшественников. Он констатировал: к северу от Новосибирских островов суши нет, а Геденштром, очевидно, видел лишь «похожий на нее туман». Причем Анжу взял пробы донного грунта, оказавшегося «жидким илом», и установил здесь глубину моря – она составила около 34 м; словом, на близость тверди ничто не указывало.

Как и все остальные «земли» в Арктике, виденная Санниковым на протяжении более 100 лет оставалась красивой легендой. Но тогда почему птицы из высокоширотных областей материка, по свидетельству почти всех бывавших там промышленников и путешественников, летели весной не на юг, а на север? В том же направлении устремились олени, ри-



Украшение скал – живописные куртины с трудом укрепившихся растений.



Разрастания мхов среди камней – типичная растительность Заполярья.

нувшись по льду застывшего моря от мыса Святой Нос (напротив Новосибирских островов), что в 1770 г. наблюдал уже знакомый читателям Иван Ляхов.

Куда направлялись животные и пернатые? На Новую Сибирь? Или еще дальше, на некую неведомую сушу, где тепло и много зеленой травы? Надо сказать, предания о благодатном острове, затерянном среди льдин, есть в фольклоре чукчей, юкагиров, эвенков, якутов и других народов, основу жизни которых в суровом приполярном крае составляли охота и рыболовство, а значит, длительные путешествия, возможные встречи с чем-то загадочным.

Не исключено, что Земля Санникова — собирательный образ, символ заветной «теплой суши» в холодных северных водах. Между тем в 1879-1880 гг. американская экспедиция Джорджа Де-Лонга на судне «Жаннетта» открыла архипелаг вулканического происхождения, названный затем его именем. А русские исследователи под командованием Бориса Вилькицкого на кораблях «Таймыр» и «Вайгач» в 1913 г. обнаружили к северо-востоку от Новой Сибири два небольших острова (ныне Вилькицкого и Жохова). Именно там, на скалах, ученые позже нашли птичьи базары, и стало ясно: пернатые с материка могли лететь сюда.



Полярная крачка
в гнезде с птенцом.

Результаты геологических и археологических изысканий последних десятилетий XX в. в Арктике снова привлекли внимание исследователей к гипотезе существования там обитаемых земель, но теперь уже подкрепленной множеством фактов. В 1967 г. на острове Жохова сотрудники местной полярной станции нашли древние охотничьи орудия. Еще 20 годами позже с помощью радиоуглеродного анализа удалось установить возраст артефактов — 8–9 тыс. лет, а само место их обнаружения, видимо, было лагерем, стоянкой или сезонным поселением промысловиков. То, что один из здешних островов в историческом прошлом был освоен людьми, стало сенсацией: подобное неизвестно нигде в Северном Ледовитом океане, даже в Баренцевом море, где климатические условия намного лучше, чем к северу от Новосибирских островов.

На месте стоянки оказалось множество фрагментов скелетов животных, хорошо сохранившееся перо птицы — часть оперения стрелы, нож из бивня мамонта, несколько небольших топоров из отшлифованного камня, детали от нарт, почти ничем не отличающихся от современных, часть корзины и др. — настоящий набор арктических зверобоев. Добывали они волка, песца, тюленя, моржа, летом не пренебрегали вкусным мясом гусей, даже чаек. Однако предпочитали северных оленей и белых медведей — количество их костей и черепов было в сотни раз больше, чем других трофеев. Причем поразительно: на острове Жохова на арктического хищника ходили всего лишь с копьями, имевшими прикрепленные к древку или вложенные в специальные углубления каменные пластины-наконечники! А ведь даже из мощного современного ружья можно его уложить, только зная, куда целиться (в боковую часть черепа).

У меня, более 40 лет занимающегося проблемами освоения человеком Севера, находки на острове Жо-

хова вызывают немало вопросов. И первый из них — неужели древние охотники жили там круглый год? Конечно, климат в ту пору был теплее нынешнего, но даже летом здесь часты заморозки, выпадает снег, постоянно дуют холодные ветры и к берегу нагоняют льдины. Не говоря о 9-месячной зиме, сковывающем море 30–50-градусном морозе, полярной ночи со сполохами северного сияния, необъяснимого для первобытных людей, робевших перед силами природы.

Разумеется, по сравнению с современным человеком его предки были более выносливыми, однако трудно представить себе одежду, способную спасти от арктического холода. И в каких жилищах они коротали время? В землянках, выкопанных в вечной мерзлоте, которые сразу потекут, если в них постоянно жечь костры? В прототипах чукотских чумов, индейских вигвамов или эскимосских иглу (хижина из снега)? Но в них надо всегда поддерживать огонь, а на острове нет древесины, достаточной для обеспечения многолетнего пребывания людей.

Предположим, тут был лишь временный охотничий лагерь. Тогда как промысловики сюда попадали? Ведь этот клочок суши отстоит от крайних мысов ближайших Новосибирских островов на 150–160 км! Вспомним походы Якова Санникова и Матвея Геденштрёма: именно вода постоянно останавливала их, не давая приблизиться к заветной цели. Конечно, мне могут возразить: бывают такие годы, когда лед сплошным панцирем покрывает здешние проливы (с подобным крайне редким явлением столкнулись в 1886 г. члены экспедиции одного из романтиков Арктики барона Эдуарда Толля, убежденного, что видел Землю Санникова, и потому верившего в ее существование). Но столь благоприятные для путешественников условия складываются, вероятно, один раз за много лет.



Моржи.



Игры гаяр.

Белый медведь –
хозяин Арктики.

Северные олени.

А каким современным народам Севера родственны древние охотники с острова Жохова? Из каких краев они пришли сюда и куда исчезли? Погибли от холода или голода? Вернулись на материк, ассимилировались, растворившись среди живших там племен? Так было, например, на территории полуострова Ямал и Большеземельской тундры*, когда сюда дошли не одно столетие мигрировавшие с Алтая древние самодийские племена и смешались с аборигенами региона, образовав, в конечном счете, современных ненцев.

*Большеземельская тундра — холмистая моренная (из ледниковых отложений) равнина, ограниченная реками Печора, Уса (с запада и юга) и Полярным Уралом с востока. См.: Г. Русанова. Большеземельская тундра: взгляд в прошлое. — Наука в России, 2007, № 1 (прим. ред.).

Наконец, почему белый медведь наряду с оленем оказался главным промысловым объектом? Его использовали как основной источник мясной пищи? Такое науке еще неизвестно. Или благодаря светлой шерсти (животные именно такой окраски были священными у северных народов) и внушительным размерам могучий хищник служил жертвой главным богам древнего народа? В пользу этой версии говорит «нежное обращение» с добытыми особями. Сняв с них шкуру, аккуратно отделяли голову, выбивали мозг из проделанных по бокам черепа отверстий, отрезали язык, извлекали клыки — возможно, из них изготавливали украшения или амулеты. Этнологам хорошо известно: многие народы верят в магическую силу ожерелий из зубов, когтей крупных зверей и пр. — талисманов, будто бы защищающих их от врагов, дурных



Полярные маки.

духов, нечисти, придающих дополнительные силы в поисках добычи, показывающих, какие богатыри вышли на охоту.

На стоянку жоховские промысловики забирали лишь переднюю часть туловища зверя (остальное бросали на месте охоты), чтобы съесть самим его мясо, что, вероятно, являлось неотъемлемым компонентом ритуала, или накормить свое божество. Примечательно, что убитые ими белые медведи, судя по размерам костей и черепов, были сравнимы с самками современных. Значит, либо в то далекое время популяции арктических хищников состояли из сравнительно небольших особей (что не вяжется с общей возможной тогдашней экологической ситуацией, более благоприятной, чем нынешняя: пищи было больше, следовательно, животные — крупнее), либо древние охотники добывали только молодых.

В Российской Арктике есть расположенный в океане остров, являвшийся местом многовекового массового паломничества жителей Севера, — Вайгач (по-ненецки Хэбидя Я, т.е. Святая Земля)*. Однако он находится всего в 2–3 км от Югорского полуострова, разделяющего Баренцево и Карское моря, так что по льду, даже подтаявшему, можно было без проблем добраться к по сей день сохранившимся святилищам на его мысах и обрывистых берегах, где, кстати, среди подношений божествам «почетное место» занимали медвежьи черепа.

Какая же связь между последними достижениями арктической геологии, археологии и гипотезой существования Земли Санникова?

Жоховская стоянка удачно вписывается в концепцию Берингии, известной также под названием «мамонтовой материк», — огромной суши, занимавшей территорию современных морей Лаптевых и Восточ-

но-Сибирского, соединявшей Азию с Америкой. Эта древняя область сформировалась в процессе максимального похолодания последнего ледникового периода (его пик пришелся примерно на XXIV–XVIII тыс. до н.э.), когда уровень океана за счет образования массивов льда понизился на 100–120 м, и позже, в эпоху глобального потепления, начавшуюся примерно 10 000 лет назад, постепенно исчезла. И существующие ныне в этом регионе острова — возможно, не что иное, как ее остатки.

Согласно концепции Берингии практически весь современный шельф морей Лаптевых и Восточно-Сибирского (закрашен на географических картах бледно-голубым цветом) представлял собой бескрайнюю равнину, где прочно обосновались млекопитающие мамонтового комплекса — те, кто смог приспособиться к холоду и был неприхотлив к пище (овцебыки, шерстистые носороги, зубры, северные олени, сайгаки, песцы, волки и др.). «Там они бродили, — писал Эдуард Толль, — по обширному свободному пространству, которое, соединяясь с нынешним материком, достигало, быть может, через полюс американского архипелага и... не было бедно пастбищами». Главный же компонент этой категории животных, давший ей название, — гигантский зверь из группы хоботовых, поскольку фрагменты его скелета даже в наше время находят во многих районах Сибири и Арктики. О некогда большом его поголовье свидетельствует тот факт, что Новосибирские острова по сей день являются одним из главных районов добычи мамонтовой кости.

Потепление климата вызвало продвижение в арктические широты растений и животных, обычных на материке. Затем сюда устремился человек в поисках мест более удачной охоты, достигнув самых периферических районов Арктики, что подтверждается возрастом стоянки древних охотников с острова Жо-

*См.: Н. Вехов. Северный остров Пасхи. — Наука в России, 2007, № 2 (прим. ред.).



Разрушение торфяно-песчанистой тундры, пронизанной жильными льдами. Видимо, так разрушалась Берингия, сложенная рыхлыми породами.

хова (напомним: 9–8 тыс. лет). Однако повышение летней температуры воздуха несло им страшную опасность.

Из-за таяния льдов начал подниматься уровень моря. «Мамонтовый материк» стал распадаться. Он не ушел под воду, а... растаял: рыхлые грунты «арктической Атлантиды» — замороженный торф, погребенный в его толщах жильный лед (образующий крупные жилы, клинья, столбы), массы смерзшихся песков — быстро теряли прочность, разрушались и разносились течением на десятки километров вокруг по морскому дну. Впрочем, возможно, этот процесс шел неравномерно и между некоторыми участками суши, сложенными, помимо рыхлых, также твердыми породами (базальты и т.п.), какое-то время сохранялась связь — «мостики», по которым охотники приходили каждый год в свой лагерь на остров Жохова. И лишь когда такие перемычки исчезли, люди перестали здесь бывать.

Но какова скорость разрушения Берингии, и могли ли видеть ее остатки путешественники XVIII–XIX вв.? Это хорошо прослеживается на примере двух островов, открытых в 1815 г. в море Лаптевых, — Васильевского и Семеновского, состоявших из подпочвенного льда, покрытого слоем ила и тундрой. В течение полутора столетий их неоднократно посещали исследователи. А в 1950 г. ученый-полярник, доктор географических наук Яков Гаккель увидел лишь торчащий из воды утес да рядом небольшую песчаную косу в форме полумесяца. Прошло еще пять лет, и прибывшие туда на судне «Лаг» гидрографы обнаружили: Семеновский покрылся слоем воды в 10 см, т.е. практически перестал существовать. И он, и Василь-

евский, составлявшие несколько километров в длину, исчезли менее чем за 150 лет.

Так что вполне вероятно: сибирские промысловики, Геденшторм и Толль действительно различили в морской дали к северу от Новосибирского архипелага не туман, как полагал Анжу, а берега некой суши, впоследствии исчезнувшей. Еще одну версию происхождения свидетельств об ее существовании выдвинул в 1882 г. ученый-секретарь Императорского географического общества в 1883–1903 гг., организатор и участник многих экспедиций, ботаник и этнограф Александр Григорьев (кстати, первым употребивший в печати словосочетание «Земля Санникова»). Он высказал мысль, что в начале XIX в. охотники и полярные исследователи увидели с Новой Сибири тогда еще неизвестные острова Беннетта и Генриетты, лишь позже открытые Де-Лонгом. И то, что разглядели их с огромного расстояния (порядка 260 км), не смущало Григорьева. Он ссылаясь на случаи аномально далекой видимости в Арктике, особенно в ясные весенние дни, когда над островами часто держится облачность, зрительно приподнимающая их над морем, и воздух на редкость прозрачен.

Добавим: в 1950-е годы отечественный зоолог Савва Успенский обнаружил артефакты, еще более северные, чем жоховское охотничье поселение, — следы первобытного человека на острове Беннетта. Они ждут своих исследователей!

Иллюстрации предоставлены автором

ПОЛЕ ИРИНОВСКОЕ

В июле 2011 г. межправительственная организация при ООН Международный орган по морскому дну утвердила для России план геолого-разведочных работ, направленных на поиск и последующую добычу глубоководных полиметаллических сульфидов. Отечественные специалисты считают, что наша страна может стать лидером в изучении этих богатств Атлантического океана.

Глубоководными полиметаллическими сульфидами называют медные, никелевые и цинковые руды, локализованные преимущественно в акваториях Тихого и Атлантического океанов на глубинах 1-5 км. На участке, отведенном нашей стране для изучения этих природных богатств, в рудах по прогнозам содержится в среднем 2,5-10% меди, есть и примесь золота. Поэтому изучение недр в международном районе морского дна должно в перспективе способствовать сбалансированному развитию отечественной минерально-сырьевой базы.

Изысканиями на российском участке занимается Полярная морская геолого-разведочная экспедиция (ПМГРЭ, города Санкт-Петербург и Ломоносов). Начиная с 1993 г. этой организацией в сотрудничестве с Всероссийским научно-исследовательским институтом геологии и минеральных ресурсов Мирового океана (ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург) в пределах Срединно-Атлантического хребта были открыты три крупных гидротермальных сульфидных узла, названных в честь видных ученых-геологов Александра Ашадзе, Юрия Семенова из ПМГРЭ и Александра Логачева из Ленинградского горного института (ныне Санкт-Петербургский государственный горный университет), а также три гидротермаль-

ных рудных поля — Краснов (по имени видного исследователя глубоководных полиметаллических сульфидов Сергея Краснова из ВНИИОкеангеологии), Зенит-Виктория и Петербургское. Работы ведут на судне «Профессор Логачев», для обнаружения и последующего исследования месторождений применяют комплекс геолого-геофизических методов.

В частности, многолучевое эхолотирование позволяет определить общее геоморфологическое строение района. Посредством другого метода — профильной гидролокации бокового обзора — получают сонографический (ультразвуковой) образ дна, чтобы понять, как залегают здесь осадочные и магматические породы, и установить тектонические структуры, с которыми могут быть связаны рудные объекты. На близость последних указывают и аномалии естественного электрического поля, постоянно измеряемого специалистами.

Ученые отбирают пробы придонных вод и по отклонениям их температуры, солёности, мутности и химического состава от нормальных величин судят о возможном присутствии рудных объектов. Есть и другой способ их диагностики — химический и минералогический анализ образцов донного грунта, позволяющий выявить среди горных пород гидротермально-измененные разновидности*. Используя телевизионное профилирование, можно установить в первом приближении форму, размеры и расположение обнаруженных месторождений, провести мониторинг состояния поверхности дна и местной биоты.

*Разности в данном контексте — совокупность минеральных индивидов, отличающихся по морфологическим признакам от других того же вида (прим. ред.).



Образец медных и медно-цинково-колчеданных руд, взятый на поле Ириновском.

Летом 2011 г. во время 34-го рейса судна «Профессор Логачев» в районе 13°20' с.ш. было открыто новое гидротермальное поле, названное в честь четырех участниц события, имевших непосредственное отношение к описанию руд и носящих одно и то же имя — Ирина. Находится оно в северо-восточной части подводной горы, расположенной в западном борту рифтовой долины.

Эта гора имеет сложное геологическое строение, и специалисты полагают: здесь породы под названием серпентинизированные ультрамафиты* выходят на морское дно по полого падающему разлому земной коры. К подобным структурам приурочены и упомянутые поля Логачев, Ашадзе, Семенов. Во время очередного рейса на Ириновское поле специалисты взяли пробы гидротермально-измененных базальтов и долеритов** с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Здесь было предварительно оконтурировано два рудных тела, а к северо-западу выделен

*Ультрамафиты — общий термин для обозначения группы магматических бесполевошпатовых горных пород нормального петрохимического ряда; серпентин — магнезио-железистые гидросиликаты (*прим. ред.*).

**Долериты — яснокристаллические мелко- и среднезернистые базальты с особой, интергранулярной структурой (*прим. ред.*).

участок, перспективный для обнаружения глубоко-водных полиметаллических сульфидов.

Изучение руд проводили в рамках проекта Президиума РАН № 17 «Минералогия и геохимия сульфидных отложений мезозойского и современного океанов (сравнительный анализ)» и гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук МК-485.2011.5 «Эволюция гидротермальных систем колчеданных и золоторудных месторождений в мафит-ультрамафитовых комплексах Южного Урала, Западной Тувы и Центральной Атлантики». А описала отобранный материал ведущий научный сотрудник лаборатории минералогии и рудогенеза Института минералогии УрО РАН (г. Миасс), кандидат геолого-минералогических наук Ирина Мелекесцева.

Текстурное изучение образцов различных гидротермальных образований поля Ириновское с применением рудно-фациального* анализа и сравнение результатов с данными, опубликованными по аналогичным месторождениям Мирового океана, позволило ученым говорить о существовании развитой гидротермальной системы в районе 13°20' с.ш., неак-

*Фациальный анализ — сумма приемов и специальных методик, применяемых для выяснения физико-географических обстановок прошлых эпох по соответствующим отличиям (*прим. ред.*).



Судно «Профессор Логачев».

тивной в настоящее время, поскольку она содержит ряд образований. Например, относительно свежие трубы «черных» и «белых» курильщиков* и массивные медные и медно-цинково-колчеданные руды, характерные для центральных частей сульфидных холмов, соседствуют с сильно окисленными, сросшимися трубами «черных курильщиков» (признак затухающего процесса). Найдены массивные серно-колчеданные руды, отлагающиеся на флангах сульфидных холмов; сульфидные брекчии, свидетельствующие о процессах разрушения рудных тел; прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация в гидротермально-измененных вулканических породах, представляющая штокверковую** часть системы; гидротермальные опаловые образования, указывающие на существование низкотемпературной деятельности на флангах гидротермальных полей; корки гидроксидов железа с минералами марганца и атакмитом, образованных в результате субмаринного окисления сульфидных руд.

Главными практическими задачами последующего камерального изучения руд станут их детальный текстурно-структурный и минералогический анализы с применением микроскопирования, выявление мине-

ралов-концентраторов благородных металлов, а также определение «ценности» сульфидного сырья на уровне элементов-примесей, что необходимо, например, для практического использования серного колчедана.

Разумеется, работа геологов на борту научно-исследовательского судна гораздо комфортнее, чем в таежных условиях. Но ученых, познающих глубины Атлантики, гораздо больше радует возможность по результатам этих исследований лучше понять процессы образования колчеданных месторождений на континентах, найти неизвестные им «звенья цепи».

Для исследований и принятия решений у отечественных специалистов пока есть время, но оно ограничено: район морского дна, отведенный для изысканий нашей стране, включает 100 блоков размером приблизительно 10х10 км, и половину их необходимо изучить не позднее, чем через 8 лет, следующие 25 блоков — еще через 2 года. К этому моменту наиболее перспективные и экономически выгодные участки для добычи сульфидов должны быть выявлены.

*Курильщики — подводные образования вокруг выходов термальных вод из ложа океана. Черные курильщики встречаются вдоль границ тектонических плит, где выходят на поверхность рудоносные горячие флюиды. Белые курильщики сложены из карбонатных пород (прим. ред.).

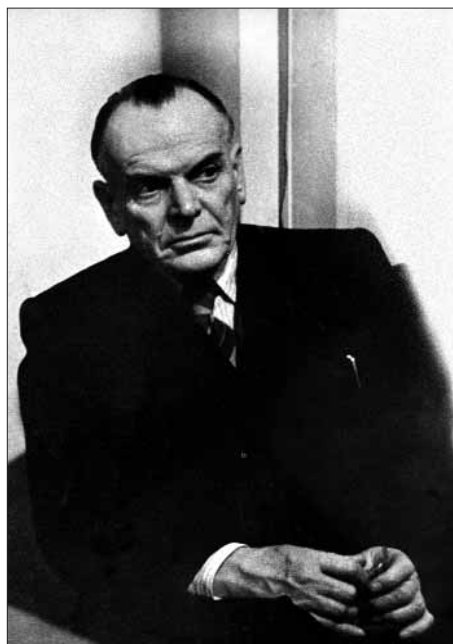
**Штокверки относятся к группе гидротермальных образований, возникших при отложении металлоносного вещества из горячих минерализованных растворов, циркулировавших среди трещиноватых горных пород (прим. ред.).

Мелекесцева И. Сульфидные месторождения океана: будущее не за горами. — Газета «Наука Урала», 2011, № 24

Иллюстрации предоставлены газетой «Наука Урала»

Материал подготовила Евгения СИДОРОВА

ПОЭТИЧЕСКИЙ МИР ПАУСТОВСКОГО



Валентина ПИМНЕВА, директор
Московского литературного музея-центра К.Г. Паустовского,
кандидат культурологии Анжелика ДОРМИДОНТОВА,
ученый секретарь того же музея

**31 мая 2012 г. исполняется 120 лет со дня рождения
выдающегося русского писателя XX в., мастера лирической прозы
Константина Георгиевича Паустовского.**

**Слова, написанные им когда-то о великом датском сказочнике
Гансе Христиане Андерсене, ныне звучат как аллегория, приоткрывающая роль
и его собственного творчества: «Он собирал зерна поэзии с крестьянских полей,
согревал их у своего сердца, сеял в низких хижинах, и из этих семян
вырастали и расцветали невиданные и великолепные цветы поэзии,
радовавшие сердца бедняков».**

Константин Георгиевич Паустовский. 1960-е годы.

Члены редакции альманаха
«Тарусские страницы»
Борис Балтер,
Константин Паустовский,
Владимир Кобликов,
Николай Панченко. 1963 г.



ДЛИННАЯ ЖИЗНЬ

В книге «Повесть о жизни» (1965) Паустовский написал: «Мне пришлось пережить почти все, что может случиться на свете с человеком того возраста, когда, по словам Есенина, «пора уже в дорогу бранные пожитки собирать». Решив стать писателем еще в ранней юности, на пороге наполненного трагическими событиями XX в., он был убежден, что его удел не прятаться от жизни, а стремиться пройти ее школу: «С детских лет мне хотелось увидеть и испытать все, что только может увидеть и испытать человек».

В 1914 г., оставив учебу в Московском университете, двадцатидвухлетний Константин сначала работал водителем и кондуктором московского трамвая, затем поступил санитаром на тыловой санитарный поезд. Шла Первая мировая война, и это была единственная возможность попасть на фронт, поскольку его, как младшего сына в семье, по законам тех лет в армию не взяли. После возвращения с фронта Паустовский менял много мест жительства и работы, вел скитальческий образ жизни. Вернуться в Москву его заставили революционные события 1917 г. Здесь он стал репортером в газетах («...беспокойное и шумное племя журналистов казалось мне наилучшей средой для писателя»).

Поначалу Паустовский принял революцию, с ней он связывал надежды на обновление жизни, свободу человеческого выбора и творчества. Но очень скоро пришло разочарование. Вот фрагмент незаконченной книги 1920 г., впервые опубликованной в 2005 г. в культурно-просветительском журнале «Мир Паустовского», учрежденном нашим музеем и издаваемом с 1992 г.: «Такого глухого, чугунного времени еще не знала Россия. Словно земля почернела от корки запыленной крови. Ухмыляющийся зев великого хама... Когда кончилась гражданская война и началось «мирное строительство» («фронт труда») — все сразу увидели, что «король голый» и вся сила его — только в войне, в разрушительной энергии злобы, в ужасе, в мах-

новцах... Чтобы создавать — нужна свободная душа и детские пальцы, а не прокисший ум, изъеденный, как молью, партийной программой и трехлетним озлоблением... Началась новая эпоха — прикармливания интеллигенции, профессоров, художников, литераторов. На горьком хлебе, налитом кровью, должно быть, они создадут какой-то нудный лепет — «великое искусство пролетариата, классовой ненависти»... Господи, да минет меня чаша сия».

К счастью, «чаша сия» миновала Константина Георгиевича. В этом, несомненно, его заслуга. Он принципиально отказывался работать в жестких рамках соцреализма, выполнять социальный заказ. Присущие ему честность и порядочность, органическое неприятие лжи и фальши не позволяли писать «как надо». Паустовский и его близкие друзья — известные писатели Исаак Бабель, Аркадий Гайдар, Эдуард Багрицкий — находились в творческой оппозиции официальной советской литературе.

В годы Великой Отечественной войны Константин Георгиевич работал корреспондентом на Южном фронте (лето 1941 г.), писал очерки, репортажи с передовой. Ему довелось участвовать в обороне Одессы. С большим уважением относились к Паустовскому командиры и простые солдаты, ценившие его умение найти теплые, проникновенные слова о людях на войне и интеллигентную простоту. В числе любимых читателей произведений тех лет рассказы «Снег» (1943), «Дожливый рассвет» (1945).

ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА

Творчество Паустовского продолжает традиции русской классической литературы, традиции Антона Чехова*, Александра Куприна и Ивана Бунина** (нобе-

*См.: Ю. Балабанова. Мелиховское семилетие. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).

**См.: П. Фокин. «Певец осени и грусти». — Наука в России, 2011, № 4 (прим. ред.).



Таруса. Беседка в саду Паустовского.



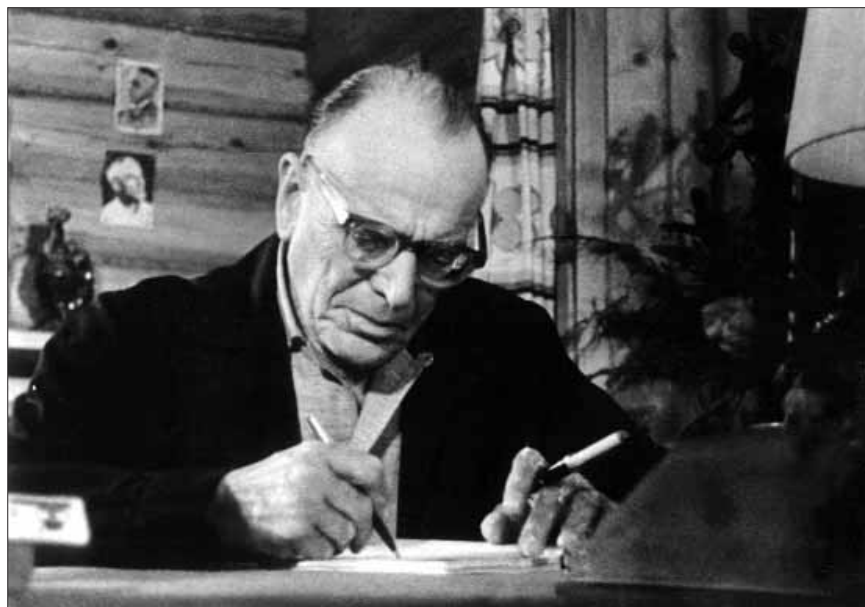
Дом К.Г. Паустовского в Тарусе.

левского лауреата 1933 г.), от которого писатель получил благословение в 1920-х гг.: «Мне кажется, Ваш удел, ваша настоящая поэзия — в прозе. Именно здесь, если Вы сумеете проявить достаточно упорства, уверен, сумеете достичь чего-нибудь значительного. Ваш И. Бунин». Прошло время, и в письме, присланном из Парижа в 1947 г., он назвал Константина Георгиевича «дорогим братом», а его рассказ «Корчма на Брагинке» — одним из лучших в русской литературе.

В рассказе «Четверо», опубликованном в киевском журнале «Рыцарь» в 1913 г., писатель, еще гимназистом, определился с главной темой своего творчества — Человек и Природа. «Будем творить себя, выпрямлять свою душу, согнутую и приниженную. Будем искать и думать, станем глядеть на мир пытливо и чут-

ко. Надо прислушаться к самому себе. Надо понять и полюбить всю невыразимую стройность мира и бога и ту сказку, которая живет глубоко и скрыта в каждом из нас. Больше радости, больше вдумчивости, мужества думать».

Человеку суждено существовать одновременно в двух мирах — Природы и Культуры. И только в их гармоничном единстве рождается идеальная среда обитания. Личностное становление, определение нравственных идеалов, постижение истории и наследия человечества невозможно, по мнению мастера, без познания законов естественного мира, без внимательного, чуткого и бережного отношения к нему. Основной же задачей автора становится служение Человеку.



К.Г. Паустовский в кабинете.
Таруса, 1960-е годы.

В начале 1930-х годов Паустовский побывал на Каспийском море, где в безжизненном заливе Кара-Богаз-Гол вели масштабную разработку мирабилитового* месторождения. А в 1932 г. вышла в свет его повесть «Кара-Бугаз», принеся автору широкую известность, народное признание. Романтическое мироощущение, ему присущее, определяет тему произведения, характеры героев и художественный метод. Он рассказывает о новых преобразователях мира, но его персонажи не похожи на монументальные образы, созданные советскими писателями в те годы. Ибо в основе книги — истории живых людей. Повесть «Кара-Богаз» стала одной из любимых книг поколения, верившего в светлое будущее своей страны, стремящегося прожить яркую и насыщенную благородными свершениями жизнь.

В этом широко известном произведении и в другом, ныне почти забытом — «Теория капитана Гернета» (1933), в повестях «Колхида» (1934) и «Черное море» (1936) автор продолжает тему взаимоотношений Человека и Природы. Перед героями и читателями он ставит актуальные и сегодня вопросы: является ли человек хозяином природы, способен ли он, преобразуя ее, не навредить? Свой ответ на эти вопросы Константин Георгиевич дал в «Повести о жизни» (книга «Бросок на юг»): «Я думаю, что мир в равной степени достоин медленного и плодотворного созерцания и разумного и мощного действия. Созерцание — одна из основ творчества и любви к земле, в первую очередь, к своей, отечественной».

Паустовский считал, что созерцание, или познание всего сущего посредством чувственных переживаний, постижение внутреннего мира человека через погружение в Природу, должно подготовить разумное и бережное воздействие на окружающий мир, гармонич-

ное содействие людей с ним. Думается, что сам писатель сумел приоткрыть многие тайны Природы и установить с ней диалог. Сохранились воспоминания известной пианистки Марии Юдиной, присутствовавшей на последнем прощании с Константином Георгиевичем: «... домашние звери, собаки, кошки, козы... и особенно домашняя птица — все были тут же в полном составе: петухи взлетели на крыши, приветствуя шествие своими возгласами, яростно размахивая пестрыми крылами, куры клохтали, гуси гоготали в полном трансе, собаки, кошки носились промеж толпы, силясь постичь непостижимое событие... Похороны состоялись не только как всенародные, но и было в них истинное вселенское величие Руси, хоронила Паустовского — вся тварь... все творение Божие...».

«ОН ОТКРЫТ И ЩЕДР»

Работы писателя исполняют благородную миссию — воспитания души человеческой. В этом смысле особое значение имеют произведения Паустовского для детей и посвященные великим талантам мировой культуры.

У Константина Георгиевича был свой взгляд на детскую литературу. В 1944 г. в статье «Город мастеров» он писал: «Детей надо вводить в мир больших идей, классических образов, во все разнообразие и богатство жизни». Мысли, с которыми писатель обращается к подрастающему поколению, очень созвучны традиционной русской сказке: Добро и Красота — главные чудеса в жизни человека, он может творить их сам, если у него чистое сердце и созидательный ум. Замечательно, что современные дети воспринимают произведения Паустовского так же, как их сверстники в 1930-е годы: они сопереживают героям, радуются и грустят вместе с ними, чувствуют и интуитивно выделяют наиболее важные мысли, обращенные к читателям.

*Мирабилит, или глауберова соль — применяется в стекольном и содовом производстве, в медицине (прим. ред.).



Московский литературный музей-центр К.Г. Паустовского в Кузьминках.



В залах литературного музея-центра К.Г. Паустовского.

Создав ряд произведений о замечательных художниках, музыкантах, писателях, Паустовский открыл для многих людей особый мир — творчества и красоты. Посредством этих историй, написанных свойственным лишь ему поэтическим языком, автор формирует эстетический вкус своих читателей. Причем ему удается быть наставником, избегая назидательности и менторского тона. Он был из тех учителей, которые не любят учить, как тонко заметил в своих воспоминаниях о писателе знаменитый российский поэт XX в. Булат Окуджава.

Между тем Паустовский много лет преподавал в столичном Литературном институте им. А.М. Горького и воспитал плеяду замечательных писателей, таких как Юрий Бондарев, Григорий Бакланов, Лев

Кривенко, Владимир Тендряков, Юрий Трифонов. Его учениками считали себя и многие другие литераторы, которые не являлись студентами мастера, но получили его благословение и поддержку в начале творческого пути. Ведь Константин Георгиевич обладал удивительным даром — чувствовать талант и настоящую литературу. В сборнике «Воспоминания о Паустовском» (М.: Советский писатель, 1975) Юрий Бондарев рассказывает: «Паустовский-писатель и Паустовский-человек слиты воедино. Он открыт и щедр как человек.

Встречи с Паустовским на семинарах в Литературном институте были праздником... Его общение со студентами высекало искру — хотелось писать лучше, глубже любить жизнь и литературу так же, как и он.

**Занятие на выставке
«Сказка будет жить всегда»
в музее-центре.**



Он говорил о значении и весомости каждого слова, о точности единственно найденного эпитета, о ритме прозы..., рассказывал об остроте, зоркости и беспощадности писательского глаза... Слушая Паустовского на семинарах, мы впервые понимали, что творчество писателя — «сладкая каторга» человека, судьбой и талантом каждодневно прикованного к столу».

Своеобразным завещанием всем тем, кто занимается писательским трудом и изучает литературное творчество, стала его работа «Золотая Роза» (1956) — «заметки о понимании писательства». Вот строки об одном из секретов мастерства: «Я уверен, что для полного овладения русским языком, для того, чтобы не потерять чувство этого языка, нужно не только постоянное общение с простыми русскими людьми, но общение с пажитями и лесами, водами, старыми ивами, с пересвистом птиц и с каждым цветком, что кивает головой из-под куста лещины». В предисловии к книге автор сказал: «... если мне хотя бы в малой доле удалось передать читателю представление о прекрасной сущности писательского труда, то я буду считать, что выполнил свой долг перед литературой».

Став всемирно известным писателем, Константин Георгиевич никогда не пользовался своей славой и авторитетом. До конца дней он оставался глубоко порядочным и скромным человеком. Если же чувствовал, что может помочь талантливым людям или остановить несправедливость, то делал все, что было в его силах: звонил, писал, выступал в защиту. Именно Паустовский в конце 1950-х — начале 1960-х годов многое сделал для того, чтобы вернуть читателям возможность насладиться прозой Исаака Бабеля, Юрия Олеши, Александра Грина — замечательных отечествен-

ных писателей, чьи произведения много лет не издавались. Выступал в защиту Владимира Дудинцева, Бориса Пастернака, Александра Солженицына, подвергшихся травле властей. Будучи тяжело больным человеком, незадолго до своей смерти летом 1968 г., он спас от уничтожения Театр на Таганке, а его главного режиссера Юрия Любимова — от увольнения. Писатель узнал, что председатель Совета Министров СССР (1964-1980 гг.) Алексей Косыгин — его поклонник, позвонил ему и обратился со словами: «С Вами говорит умирающий Паустовский. Я умоляю Вас не губить культурные ценности нашей страны. Если Вы снимете Любимова, распадется театр, погибнет большое дело». Об этом эпизоде долгое время знали лишь немногие близкие Константину Георгиевичу люди, среди них известный отечественный поэт и писатель Корней Чуковский, оставивший запись в своем дневнике. Лишь в 2005 г. знаменитый режиссер Любимов подтвердил упомянутый малоизвестный факт в интервью журналу «Мир Паустовского».

Необходимо сказать еще об одном бескорыстном и смелом шаге Константина Георгиевича на склоне лет. Значительным событием в общественной и культурной жизни 1960-х годов стал выход в свет литературно-художественного альманаха «Тарусские страницы» (1961), где впервые были напечатаны стихи и проза авторов, отвергнутых официальной литературой, а ныне знаменитых и любимых читателями: Николая Заболоцкого, Булата Окуджавы, Наума Коржавина, Давида Самойлова, Бориса Балтера, Владимира Корнилова, Бориса Слуцкого, Юрия Казакова, Владимира Кобликова. На самом деле Калужское издательство планировало выпустить книгу Паустовского, но он отказался от этой возможности, предло-

жив напечатать произведения молодых талантливых литераторов. И сам вошел в рядколлегию альманаха.

МУЗЕЙ КАК ОСТРОВ В РЕКЕ ВРЕМЕНИ

Произведения Паустовского стали классикой отечественной литературы, они актуальны и сегодня. Автор ставит перед человеком сложные вопросы и дает нравственные ориентиры, необходимые каждому из нас. Темы сохранения природы и культурной среды («экологии культуры» — согласно выдающемуся отечественному филологу, литературоведу академику (с 1970 г.) Дмитрию Лихачеву), патриотизма и любви к родному языку во все времена волновали думающих и ответственных людей. Вспомним слова из письма-завещания Константина Георгиевича, выстраданные всей его жизнью: «Мы жили на этой земле. Не отдавайте ее в руки опустошителей, пошляков и невежд. Мы потомки Пушкина и с нас за это спросится». Книги Паустовского обладают замечательной особенностью: они объединяют людей, независимо от их возраста, национальности, религиозных, политических воззрений. А ведь это — одна из самых важных задач, стоящих перед человечеством.

К концу жизни Паустовский стал широко известен не только в Советском Союзе, его книги были переведены на европейские языки, появились поклонники его творчества за рубежом. Наряду с романом Михаила Шолохова «Тихий Дон» «Повесть о жизни» в 1965 г. номинировали на Нобелевскую премию.

При этом писатель, не избалованный официальными наградами, и не стремился к этим благам: «Мне хочется хотя бы маленькой, но светлой памяти о себе. Такой же слабой, как мимолетная улыбка. Улыбнитесь же мне напоследок. Я приму эту улыбку как величайший и незаслуженный дар и унесу ее с собой в тот непонятный мир, где нет «ни болезней, ни печали, ни воздыхания, но жизнь бесконечная».

Сегодня поклонники творчества Константина Георгиевича приходят в Московский литературный музей-центр его имени — единственный в России посвященный памяти знаменитого писателя. Знакомясь с нашей экспозицией, материалами журнала «Мир Паустовского», просматривая кадры кинохроники и экранизации произведений любимого автора, люди продолжают вести с ним разговор о важных для них вещах. Приятно наблюдать, как все посетители — среди них всегда много детей — с улыбкой благодарности покидают наш гостеприимный Дом. Быть может, визит сюда помог кому-то из них впервые встретиться с настоящей литературой.

Научные сотрудники музея-центра сейчас работают над созданием новой экспозиции, которая должна представить личность писателя и его сложный путь к обретению счастья и душевного покоя, путь к Дому — символу гармоничного единства Человека, Природы и Общества. Главной сюжетной линией станет мотив скитальчества, путешествия поэтической души в пространстве и времени. Посетители

войдут не в традиционный музей с мемориальными интерьерами и привычными витринами — им откроется лирический мир Героя.

В наших фондах хранится 17 000 предметов, немало материалов о жизни и творчестве писателя, его личные вещи, рукописи, фото-, кино-, видео документы. Мы стараемся пополнять эту коллекцию, систематизировать имеющиеся ценности. И, конечно, очень важно продолжить изучение биографии и литературного наследия Константина Георгиевича, для чего мы систематически организуем научные конференции в Москве и других местах, связанных с его творческим путем (Санкт-Петербург, Рязань, Одесса). Значительная часть деятельности музея-центра посвящена популяризации произведений Паустовского в России и за рубежом. Так, для детей и взрослых предложена культурно-образовательная программа с проведением тематических экскурсий, лекций и литературно-музыкальных вечеров.

2012 год — особенный для всех почитателей творчества Константина Георгиевича Паустовского, и мы готовимся к знаменательной дате. В честь предстоящего юбилея выйдут журнал «Мир Паустовского» № 30 и сборник «Неизвестный Паустовский», на страницах которого впервые будут опубликованы дневники и произведения писателя из музейных фондов. Школьники России смогут принять участие в конкурсе детских литературно-художественных творческих работ «Сказка будет жить всегда» в двух номинациях — художественная иллюстрация произведений Паустовского и поэзия и проза в жанре сказки.

В преддверии праздника, в 2011 г. заработал проект «Музейная почта»: его участники направляют в адрес нашего музея-центра телеграммы, письма, художественную прозу. Ни одно послание не остается без ответа, а авторы лучших из них будут поощрены. Мы надеемся таким образом расширить круг друзей Дома Паустовского.

Наконец, 29–31 мая 2012 г. музей-центр совместно с Институтом мировой литературы им. А.М. Горького РАН планирует провести международную научную конференцию «Литературное наследие К.Г. Паустовского и мировая культура». В симпозиуме примут участие ученые из России, Украины, Нидерландов, Франции и Китая.

Всех, кто присоединится к юбилейным торжествам и посетит музей-центр и дом писателя в Тарусе, ждет встреча с поэтическим миром Паустовского, свято верившего в то, что время пошляков, невежд и разрушителей пройдет, «земля будет прокалена на хорошем огне, — тогда, вот в эту эпоху расцвета, придет ваше время, друзья!». Его слова, обращенные к ныне живущим и будущим поколениям, надеемся, найдут отклик в сердцах.

*Иллюстрации предоставлены
Московским литературным
музеем-центром К.Г. Паустовского*

ДИАГНОСТИКА БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ



Вера ПАРАФОНОВА, журналист

Отечественные измерительно-информационные технологии для ядерных исследований во весь голос заявили о себе в 1950-е годы. Спрос на них был продиктован успешным развитием нашей атомной промышленности, науки и техники. А начало их практическому использованию положило испытание в августе 1949 г. первого советского ядерного заряда РДС-1, что потребовало надежной регистрации быстропротекающих процессов, сбора и обработки данных, характеризующих ионизирующее излучение. С тех пор измерительные приборы для изучения физики взрыва прошли в своем развитии несколько этапов: от устройств с большим энергопотреблением, выполнявших определенные, но ограниченные функции, до сложных многофункциональных автоматизированных систем, соответствующих современному техническому уровню атомной отрасли.

ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ

На первых порах принципиально новые приборные средства создавали в структурах АН СССР, например в Лаборатории измерительных приборов под руководством академика Игоря Курчатова* (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»), затем — в отраслевых учреждениях: Всероссийском научно-исследовательском институте экспери-

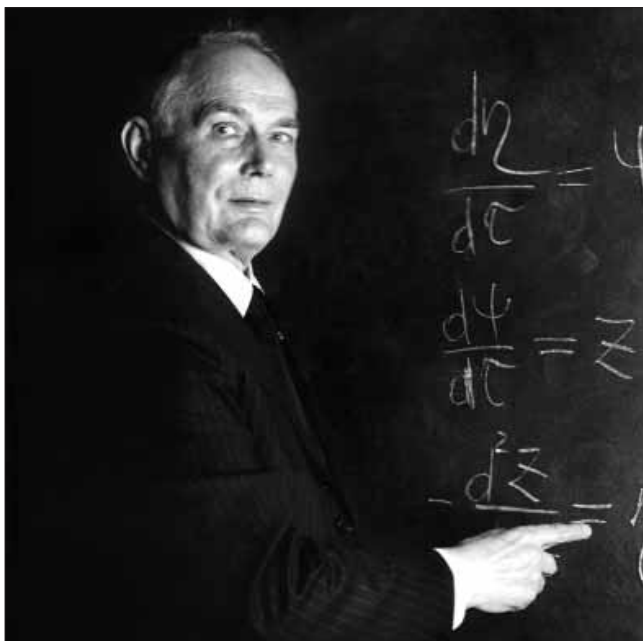
ментальной физики* (г. Саров Нижегородской области) и ВНИИ технической физики (г. Снежинск Челябинской области)**. Однако они не могли полностью удовлетворить запросы быстро развивающейся отрас-

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

**См.: В. Парафонова. Электростанция на дейтерии. — Наука в России, 2002, № 3 (прим. ред.).

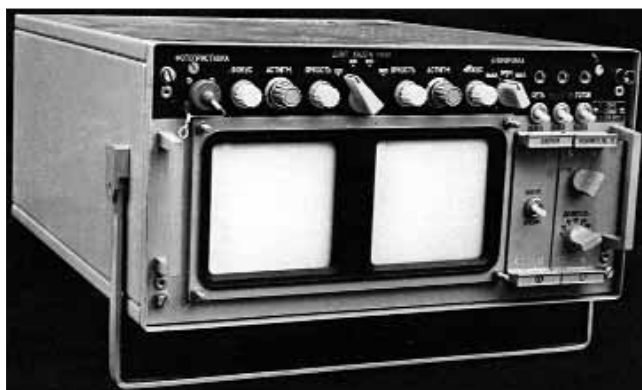
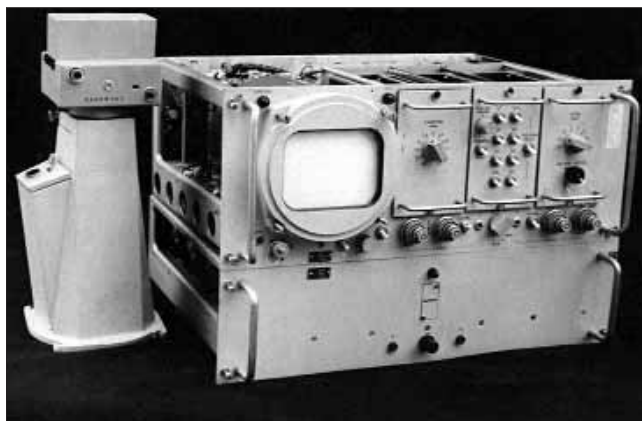
*См.: Е. Велихов. Его мечта — создать солнце на Земле. — Наука в России, 2003, № 1 (прим. ред.).

Главный корпус НИИ импульсной техники.



Научный руководитель и главный конструктор (1970-1987 гг.)
НИИ импульсной техники Виктор Михайлов.

Осциллографические регистраторы
первого поколения СУР1 и СВР5 (1960-1970 гг.).



ли. И в 1961 г. в Москве на базе электровакуумной лаборатории Института химической физики АН СССР, которым руководил академик Николай Семенов, было создано специальное подразделение — филиал КБ-25, входившее в состав Министерства среднего машиностроения. Через год его преобразовали в НИИ импульсной техники. В разное время учреждение возглавляли доктор технических наук Борис Степанов (1961-1965 гг.), доктор физико-математических наук Александр Веретенников (1966-1987 гг.), академик Виктор Михайлов (1987-1989 гг.), Евгений Бершак (1989-1997 гг.), доктор технических наук Константин Даниленко (1997-2009 гг.).

Перед московским НИИ поставили непростую задачу: обеспечить техническими средствами и методами физические измерения, проводимые в ходе ядерных испытаний на полигонах Министерства обороны СССР — Семипалатинском* и Северном**. Позже коллективу поручили разработать систему контро-

ля за ядерными испытаниями на зарубежных полигонах Франции, Америки и Китая. Заметим, приборный парк сразу был ориентирован на функционирование в сложных климатических и механических условиях: эксперименты сопровождались резким различием тепловых режимов, сильными ударными нагрузками и широким спектром ионизирующих излучений. Это диктовало повышенные требования к надежности, качеству измерительной техники, обеспечению сохранности получаемой информации.

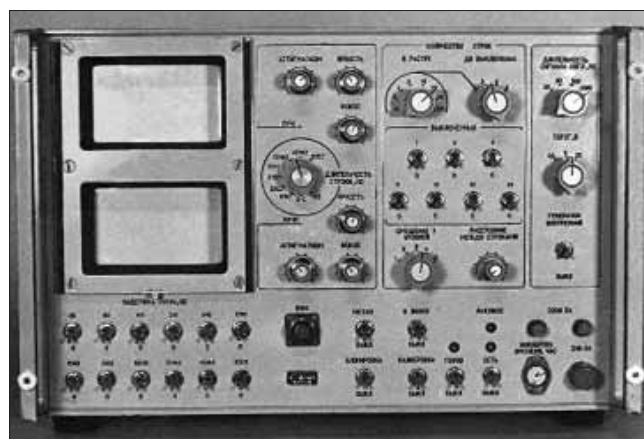
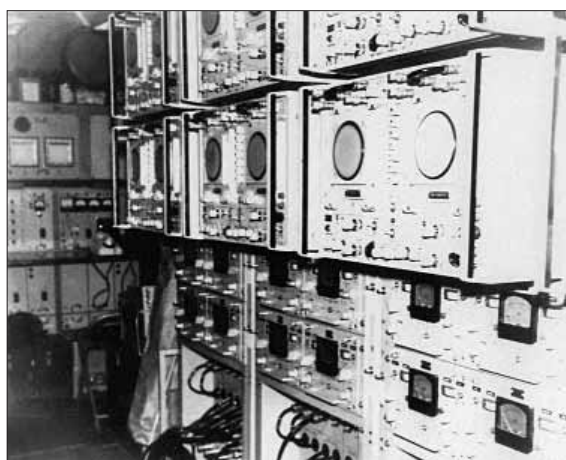
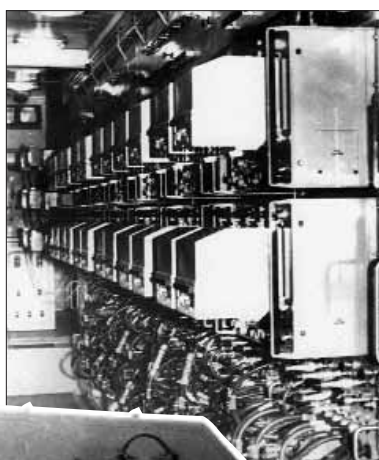
Дополнительные трудности вносило и другое обстоятельство: каждый опыт был уникален и неповторим. Один из основателей отечественной школы по диагностике однократных импульсных процессов и созданию специального ядерного приборостроения, ставшего базой физических измерений на полигонных испытаниях, академик (с 1997 г.) Виктор Михайлов*, работавший в НИИ импульсной техники с 1969 г., в книге «Я — ястреб» (М.: Издательство Института стратегической стабильности, 2008) писал: «...при ядерном взрыве, сколь ни была бы точна теория, а вернее, его математическая модель, реалии всегда отличаются». И поэтому на следующий эксперимент надо было выходить с уже проверенной схемой, чтобы по его результатам повышать технические характеристики ядерного заряда или вносить необходимые корректировки для экспериментального подтверждения сделанных расчетов.

*Семипалатинский ядерный полигон, расположенный в Республике Казахстан, создан в 1947 г. как часть советского атомного проекта. В августе 1949 г. здесь провели испытание первой советской атомной бомбы. Закрыт в 1991 г. См.: Р. Петров. На ядерном полигоне. — Наука в России, 1995, № 1; А. Кокошин. Ядерное сдерживание и национальная безопасность России. — Наука в России, 2000, № 1 (прим. ред.).

**Северный (Новоземельский) ядерный полигон, созданный в 1954 г. по постановлению Совета Министров СССР, находится на территории крупнейшего в европейской Арктике архипелага Новая Земля. См.: В. Бочаров, В. Парафонова. Арктический ядерный полигон. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).

*См.: В. Парафонова. Физик-испытатель. — Наука в России, 2009, № 2 (прим. ред.).

Передвижной
аппаратурный комплекс
для физических измерений
на основе регистраторов
СУР1 и СРГ5.



«Физика, — любил повторять Михайлов, — это мостик между двумя экспериментами... Впрочем, и моделировать ядерный взрыв без испытаний невозможно, они нужны для поддержания физической науки на соответствующем уровне». Не случайно, будучи министром РФ по атомной энергии (1992–1998 гг.), он включил ядерное машино- и приборостроение наряду с оружейным, энергетическим комплексом, топливным циклом, фундаментальными и прикладными науками в число «пяти китов» Минатома.

СОЗДАНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Редкая повторяемость генерируемых импульсов (как правило, однократность) — главная особенность многих источников ионизирующего излучения: рентгеновского, гамма-, нейтронного и заряженных частиц. Их длительность находится в микро-, нано-, а зачастую и в пикосекундном временных диапазонах. Измерениями этих физических величин, их формы и энергетических спектров, т.е. диагностикой, занимается специальная область импульсной техники. В одноименном НИИ за 50 лет его существования созданы и введены в эксплуатацию сотни диагностических устройств разного назначения.

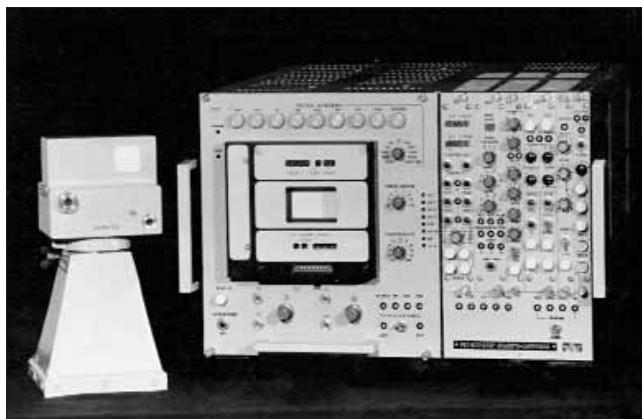
Напомним, на первых порах для регистрации однократных процессов использовали осциллографы* с электронно-лучевыми трубками и фотокамерами, фиксирующими на пленку изображение с их экранов. В качестве последних применяли аппараты, созданные на основе серийно выпускаемых моделей «ФЭД» и «Зоркий», предназначенных изначально для любительских съемок. Стоит ли говорить, сколь уязвимой в условиях натурных экспериментов была подобная техника? А для ядерных испытаний, требовавших сохранения информации на фотопленке в сложной радиационной обстановке в течение 2–3 суток, она и вовсе не годилась. Да и разработанные в академических институтах (химической физики, физики Земли и Всероссийском НИИ оптико-физических измерений) осциллографы типа ОК (осциллограф каналный), ИВ (измеритель времени) и ЛОР (лучевой осциллографический регистратор) разных модификаций тоже были далеки от совершенства.

Решить «приборную проблему» помогли в НИИ импульсной техники. Молодой коллектив, основу кото-

*Осциллограф — измерительный прибор для визуального наблюдения и фиксации случайных, одиночных непериодических и периодических электрических процессов в диапазоне частот от нуля (постоянный ток) до единиц Гигагерц (прим. ред.).



**Оциллографический регистратор
третьего поколения СРГ7 (1980-1999 гг.).**



**Аналого-цифровой регистратор СРГ7
третьего поколения (1980-1999гг.) с фотокамерой «Снежинка».**



**Аппаратурный комплекс
для физических измерений СГ1А (внутри).**



**Оциллографические регистраторы
третьего поколения СРГ8 (1980-1999 гг.)**

рого составляли специалисты высшей квалификации, в том числе из Сарова и Снежинска, сумел уже к 1970 г. создать оригинальные методики измерений, разработал и передал в серийное производство аппаратуру первого поколения: фотоэлементы, фотоумножители (руководитель работ доктор технических наук Аркадий Берковский) и сцинтилляционные детекторы высокой чувствительности с временным разрешением от 1 до 10 нс на основе электровакуумных приборов (доктор технических наук Олег Козлов и Юрий Брусов), алмазные и пирозлектрические детекторы средней и низкой чувствительности с субнаносекундным разрешением (доктор технических наук Зият Альбилов), а также систему унифицированных многоканальных цифровых регистраторов — преобразователей информации (кандидаты технических наук Владимир Черников и Николай Заболотный). На основе этих и других компонентов в дальнейшем была сформирована серия современных многоканальных цифровых приборов — базовых для измерительных комплексов, обеспечивающих автоматизированный сбор и обработку физической информации, получаемой в ходе эксперимента.

Тогда же здесь появилась и регистрирующая аппаратура — универсальный осциллограф СУР1, разрабо-

тый регистратор СВР5 и телеметрическая система с масштабно-временным преобразованием ССТП1 (два последних устройства были удостоены в 1974 г. дипломов I степени, золотой, серебряной и бронзовой медалей ВДНХ СССР). Причем схемное решение СВР5 впервые в отечественной промышленности было выполнено на полупроводниковых приборах — транзисторах.

В середине 1960-х годов в институте сложилась команда профессионалов, определившая научно-технический облик предприятия. Среди ее несомненных лидеров были директор и научный руководитель Александр Веретенников, главные конструкторы кандидат технических наук Игорь Архангельский, доктор технических наук Виктор Михайлов и Зият Альбилов, ведущие специалисты доктора технических наук Аркадий Берковский, Валентин Архипов, Борис Предин, Константин Желтов, кандидаты технических наук Сергей Хромов, Вячеслав Петров, доктор физико-математических наук Мартэн Нечаев.

В плодотворные 1970-е годы в лабораторных корпусах института создали аппаратуру второго поколения, повышающую на порядок временное разрешение измерительных каналов: осциллограф СРГ5 повышенной чувствительности с волоконно-оптическим экра-



Фотоэлектронные умножители и фотоэлементы, созданные в НИИ импульсной техники:
СНФТ20, СНФТ5, СДФ15М, СДФ20, СДФ21.

ном и контактной фоторегистрацией, обеспечивающей высокую скорость записи, генераторы наносекундных сигналов рентгеновского излучения, малогабаритные полупроводниковые детекторы.

В 1978 г. усилиями ведущих специалистов — доктора технических наук Валентина Архипова, Аркадия Сапезко, кандидатов технических наук Евгения Саратовского и Сергея Павлова, Виленина Ядова, Бориса Кузнецова, Виктора Стефанкова и других здесь создали новый класс масштабно-временных регистраторов для преобразования сигналов наносекундной длительности — ССТП2, ставших базовыми для телеметрических систем. Эти устройства в 1981 г. получили высокую оценку Главного комитета ВДНХ СССР.

Новации 1970-х годов заложили фундамент для аппаратурных измерительных комплексов — уникальных передвижных автоматизированных лабораторий, регистрирующих однократные электрические сигналы нано- и микросекундной длительности, поступающие от нескольких независимых источников. Они имели повышенную стойкость к механическим воздействиям, что создавало комфортные условия для работы техники и персонала. Такими комплексами уже в конце 1970-х были оснащены Семипалатинский и Северный (Новоземельский) полигоны. Это позволило радикально изменить технологию измерений во время подземных испытаний: теперь в штольне размещали только детекторы излучений, а регистрирующая аппаратура, соединенная с ними радиочастотными кабелями километровой длины, находилась в фургонах.

Следует отметить, система физических измерений в условиях полигонных испытаний как научно-техническое направление формировалась под руководством Александра Веретенникова и Виктора Михайлова. Большой вклад в его развитие внесли доктора технических наук Борис Предеин, Константин Даниленко, кандидат физико-математических наук Сергей Семенов, кандидаты технических наук Леонид Горшунов, Юрий Стрельников, Борис Воронов, и др.

ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕГИСТРАТОРОВ

Отдельного внимания заслуживает история создания аналого-цифрового регистратора третьего поколения СРГ7, разработанного в НИИ импульсной техники в начале 1980-х годов под руководством Виктора Михайлова, кандидатов технических наук Владимира Борисова и Сергея Хромова. Дело в том, что в осциллографах предыдущих двух поколений был достигнут предел по скорости записи, определявшийся основ-

ным элементом устройства — электронно-лучевой трубкой. Причем как только специалисты начинали совершенствовать одни характеристики, это обязательно приводило к ухудшению других. Оптимизировать основные параметры позволила сверхвысокочастотная осциллографическая трубка нового типа на микроканальных пластинах. Ее изготовили еще в начале 1970-х годов специалисты Научно-производственного объединения «Платан» из подмосковного г. Фрязино. Далее в работу включились экспериментаторы НИИ импульсной техники. Они показали, что новая электронно-лучевая трубка на порядок увеличивает скорость записи осциллографа, в 5 раз — полосу пропускания, в 15-20 раз — чувствительность. Главным же в ходе научных изысканий стало обнаружение Владимиром Борисовым и его коллегами уникальной возможности устройства запоминать сигнал.

Эта «находка» и стала определяющей в принятии в 1979 г. решения о создании регистратора однократных сигналов пикосекундного диапазона СРГ7. Инициировал его — Виктор Михайлов, на тот момент (1977-1987 гг.) главный конструктор НИИ импульсной техники. Он объединил специалистов двух коллективов — Валентина Архипова и Владимира Борисова, имеющих опыт работы на ядерных полигонах, что и привело к рождению уникального прибора, превосходящего по основным характеристикам зарубежные образцы.

В чем его особенность? В том, что СРГ7 обеспечивал в одном цикле работы два типа регистрации сигналов: аналогового фотоосциллографического и цифрового. Первый снимали визуально или при помощи автоматической камеры с экрана электронно-лучевой трубки, как в традиционном осциллографе. Цифровая же информация об одиночных сигналах пикосекундной длительности хранилась в блоке памяти прибора. Ее могли передавать на персональный компьютер или иной носитель для дальнейшей обработки. Способность запоминать зарядовое изображение регистрируемого сигнала на время, достаточное для его последующего оцифровывания, была достигнута благодаря использованию во фрязинской электронно-лучевой трубке микроканальной пластины. Это создало беспрецедентную возможность дистанционной телеметрии.

В 1986 г. СРГ7 получил Диплом I степени и золотую медаль ВДНХ СССР, а коллектив разработчиков в 1989 г. — Государственную премию. Аналого-цифровой регистратор ввели в состав нескольких серийных аппаратурных комплексов — автоматизированных си-



**Подготовка аппаратных комплексов
для физических измерений в ходе неядерно-взрывных
экспериментов с макетами ядерных зарядов.**



**Сотрудники НИИ импульсной техники
на приемном пункте автоматики.**

стем измерения — в качестве ключевого элемента измерительных каналов с повышенным временным разрешением. Он стал родоначальником нового класса отечественных приборов серии «СРГ». Причем до сего дня такие регистраторы одиночных и редко повторяющихся сигналов с запоминающей трубкой не имеют аналогов в мире. 150 приборов, выпущенных с 1987 по 1991 г. серийно, получили «прописку» в организациях Министерства среднего машиностроения СССР (серпуховском Институте физики высоких энергий, возглавляемом академиком Анатолием Логуновым, и московском Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова, директором которого в те годы был академик Анатолий Александров*), а также в учреждениях АН СССР, например в Физическом институте им. П.Н. Лебедева во главе с академиком Николаем Басовым**. Они нашли применение в ускорительной и лазерной технике***, экспериментах по термоядерному синтезу****, в медицине.

В начале 1980-х годов в НИИ импульсной техники создали АИС — автоматизированную измерительную систему для полигонных опытов, оснащенную новым поколением детекторов, регистраторов, которая успешно функционировала на Семипалатинском и Новоземельском полигонах до полного прекращения в Советском Союзе (1989 г.) полномасштабных испытаний ядерного оружия. В 1985 г. ее разработчики стали лауреатами Государственной премии СССР.

«КИРСАРЖ» И «ШАГАН»

В 1988 г. аналого-цифровой регистратор СРГ7 участвовал в беспрецедентном советско-американском эксперименте по контролю за подземными ядерными

взрывами, в ходе которого с разницей в 4 недели были подорваны два заряда — на Невадском* (опыт «Кирсарж») и Семипалатинском (опыт «Шаган») полигонах. Тогда впервые в истории наших стран были совместно апробированы методы контроля мощности изделий, в том числе и так называемые антиинтрузивные, т.е. не позволяющие получать контролирующей стороне дополнительную информацию, скажем, о конструкции ядерного оружия.

Советские специалисты получили редкую возможность сравнить свою измерительную технику для диагностики с американской. Причем на обоих полигонах, где две «команды» измеряли порог мощности подземного взрыва по движению ударной волны в ближней зоне, московские и саровские физики получили 100%-ные результаты. «Все 10 наших датчиков, — вспоминал Виктор Михайлов, осуществлявший научно-техническое руководство российской группой контроля на Невадском полигоне, — сработали идеально и записали нужную информацию. У себя... они (американцы. — *Прим. авт.*) тоже поставили 10 датчиков, но получили 70%. Когда приехали в СССР, то учли замечания и получили... 90% информации. У нас (в семипалатинском эксперименте. — *Прим. авт.*) — те же 100%. Все без потерь, что и подтвердило исключительную эффективность нашей диагностики. А ведь это было серийное оборудование».

Пораженные нашей измерительной техникой американцы, с согласия оппонентов, как пишет далее Михайлов, поставили прибор СРГ7 в своем трейлере и получили соответствующую информацию о гамма-излучении при взрыве первого и второго узлов ядерного заряда. «Нам эту пленку с регистрацией тонких процессов не вернули до сих пор, — заметил ученый. — Видимо, там были такие подробности, которые мы, советские специалисты, ну никак не должны были, по их расчетам, получить».

*См.: Н. Пономарев-Степной. Во главе атомной отрасли. — Наука в России, 2003, № 2 (*прим. ред.*).

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

***См.: М. Хализева. Лазеры в науке, технике, медицине. — Наука в России, 2011, № 3 (*прим. ред.*).

****См.: В. Парафопова. В глубь шкалы времени. — Наука в России, 2003, № 4 (*прим. ред.*).

*Невадский испытательный полигон, расположенный в штате Невада (США), создан по распоряжению президента Гарри Трумэна в 1951 г. (*прим. ред.*).



Группа испытателей на Новоземельском полигоне.

Специалисты СССР и США у советского трейлера в районе скважины первого ядерного испытания «Кирсарж» по программе совместного эксперимента. Невадский полигон. Август 1988 г.



Совместный эксперимент, убедительно доказавший, что наша система измерений характеристик ядерных взрывов по меньшей мере не уступает американской, заложил базу доверия в одной из ключевых областей национальной безопасности, а его успешное завершение открыло дорогу к принятию в 1996 г. 50-й сессией Генеральной ассамблеи ООН Договора «О всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний».

СЕЙСМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И НЕЯДЕРНО-ВЗРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Инспектирование пороговой мощности подземных ядерных взрывов подтвердило также высокий научно-технический уровень автоматизированной системы глобального сейсмического контроля «Материк», над которой специалисты НИИ импульсной техники доктор технических наук Александр Белоносов, кандидат технических наук Олег Столяров, Константин Барышников, Аркадий Сапежко, Сергей Любимов, Василий Яковлев и другие начали работать в середине 1980-х. В 1992 г. ее передали Министерству обороны РФ, и сегодня это — ядро национальной системы контроля за ядерными испытаниями на иностранных полигонах Франции, Америки и Китая. Кроме того, благодаря «Материку» наша страна реализует международные обязательства по передаче данных 14 станций сейсмического, гидроакустического, радионуклидного и инфразвукового мониторинга в международный центр в Вене (Австрия). Но, что особенно важно, после заключения Договора «О всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний» она вошла в международную систему контроля как одна из ее неотъемлемых частей.

В условиях действовавшего с 1991 по 1996 г. моратория на полномасштабные ядерные испытания и вступившего в 1996 г. в силу договора об их запрещении НИИ импульсной техники осуществил переход

на так называемые неядерно-взрывные технологии. В отработанных старых штольнях теперь исследуют макеты зарядов. Их размещают внутри взрывозащитных камер, корпус которых рассчитан на большие ударные нагрузки — так обеспечивают локализацию продуктов взрыва. Первые эксперименты провели в декабре 1995 г. на Новой Земле. А сегодня это один из основных инструментов в сложной работе по поддержанию надежности и безопасности российского ядерного арсенала. Новая технология, естественно, потребовала оригинальных измерительно-вычислительных систем, в том числе регистраторов и детекторов. Делать их пришлось при крайне ограниченных возможностях промышленности, производящей отечественную приборную и элементную базу. Но, как показали новоземельские опыты, коллектив с задачей справился.

В 2009 г. по указу Президента РФ институт присоединили к Всероссийскому НИИ автоматики им. Н.Л. Духова (госкорпорация «Росатом») со статусом Научно-производственного центра импульсной техники. Это существенно расширило номенклатуру выпуска измерительных средств. Теперь наряду с традиционной продукцией здесь выпускают приборы для атомной энергетики, систем экологического контроля, обнаружения радиоактивных материалов, аппаратуру медицинского назначения.

Иллюстрации предоставлены автором

У ПОДНОЖИЯ КАМЕННОГО ПОЯСА

Ольга БАЗАНОВА, журналист

Сподвижник императора Петра I, талантливый горный инженер, основоположник русской исторической науки и экономической географии, этнограф, просветитель, государственный деятель Василий Татищев также известен как основатель Перми. В 1723 г. в предгорьях Урала, в деревне Егошиха, стоявшей на берегу величавой Камы, по его проекту начали строить медеплавильный завод — одно из первых крупных отечественных металлургических предприятий, что и положило начало истории города, ныне входящего в число самых больших в России по площади.

Между тем еще в конце XI в. ушкуйники — вооруженные дружинники — из Великого Новгорода ходили собирать дань и обмениваться товарами в обширную страну, известную им под названием Пермь (или Перемь, Пермия), о чем первые указания встречаются в «Повести временных лет» (начало XII в.) — самом раннем из дошедших до нас летописных сводов. На этой огромной территории, лежащей между Белым морем и Каменным Поясом (как называли тогда Уральские горы), в настоящее время находятся Ненецкий автономный округ, Республика Коми, Архангельская область и Пермский край.

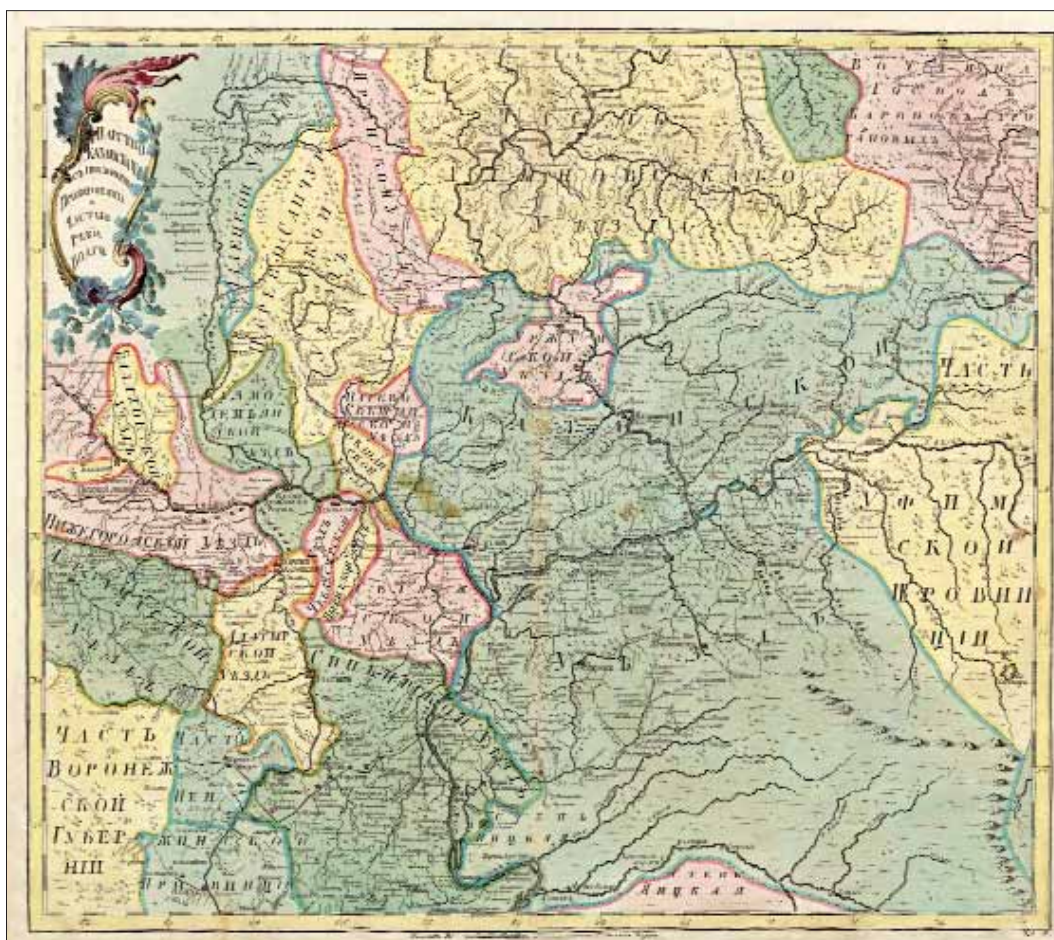
В тех местах, богатых пушниной и солью, жили в основном племена финно-угорской группы. Во второй половине XIV в. началось их приобщение к слову Христову, к чему много усилий приложил Стефан Храп (Пермский): благодаря его миссионерской деятельности здесь сформировалась епархия, им же в 1383 г. возглавленная и впоследствии распространившая свое влияние на все верхнее Прикамье. Кроме того, неутомимый просветитель разработал алфавит коми и перевел на язык этого наиболее многочисленного здешнего народа несколько главных церковных текстов.

В 1333 г. новгородцы уступили крепнувшему Московскому княжеству часть территории у подножия Каменного Пояса. Постепенно север нынешнего Пермского края стали заселять русские, в 1430 г. вологодские промышленники Калинниковы развернули на здешних реках добычу соли, а с середины того же столетия тут началось строительство православных храмов и монастырей.

В 1471 г. «собиратель русских земель» московский великий князь Иван III получил от Великого Новгорода отказную грамоту на все принадлежавшие тому восточные волости, в том числе на Прикамье, и желая закрепить свою власть в новых владениях, отправил туда в следующем году войско во главе с князем Федором Пестрым Стародубским. Как гласит Севернорусский летописный свод 1472 г., «воевода... землю Пермскую покорил, а тех, которые князю великому зло причинили, всех поймал и к великому князю отправил, земля же вся ему присягала».

Мягкое* и белое «золото» в средние века ценили не ниже, чем сам «металл богов». Поэтому после присо-

*См.: В. Перхавко. «Мягкое золото». — Наука в России, 2008, № 4 (прим. ред.).



Вотчина господ баронов Строгановых
(в северо-восточном углу карты – нынешний Пермский край). 1745 г.

единения к Руси в 1552 г. царем Иваном IV Казанского ханства – главного препятствия на прямом пути из Москвы в Пермь – началось активное освоение природных богатств края, где соль можно было добывать из грунтовых вод, а вместо дождя с неба будто бы падали белки с соболями.

Сюда прибыл из Сольвычегодска (ныне в Архангельской области) Аника Строганов – человек, наделенный недюжинным предпринимательским талантом, дальновидностью и организаторскими способностями, предугадавший большое будущее Прикамья. В 1558 г., предлагая взять на себя заботы о здешних «бесхозных» просторах – защитить их от ногайцев (тюркоязычные племена, совершавшие сюда набеги с Нижней Волги), сибирских татар и устроить там промыслы, его сын докладывал Ивану IV: там «места пустые, леса черные, речки и озера дикие... И прежде до сего на том месте пашни не пахиваны, и дворы не ставили, и в... цареву, великого князя казну с того места пошлина никакая не бывала...».

Царь дал добро на славное дело, даже на 20 лет освободил Строгановых от налогов, но обязал их «на том пустом месте... городок поставить, где бы место было крепко и усторожливо, и на городе пушки и пи-

щали учинити..., около того городка по речкам и по озерам лес сечи, и пашни распахивать, и дворы ставить...». Так эти люди, уже и тогда не бедные, получили возможность стать самыми богатыми в России, а их потомки – крупными землевладельцами и государственными деятелями, облеченными титулами баронов и графов.

Соль в Предуралье добывали из подземных источников, причем еще в каменном веке: как установили ученые, наши далекие предки опускали туда шкуру животного, а когда она пропитывалась рассолом, доставали, высушивали, затем соскребали с нее драгоценные кристаллы. Кстати, множество каменных изделий, способных служить для этой цели, – скребки, орудия, подобные долотам и ножам, острия, пластины, резцы – обнаружили в 2003 г. на палеолитической стоянке возрастом XVII тыс. лет в центре Перми сотрудники Камской археологической экспедиции Пермского государственного университета, возглавляемая кандидатом исторических наук Андреем Мельничуком.

В XVI-XVII вв. для извлечения из недр «белого золота» здесь устраивали скважины с двумя трубами, вставленными одна в другую. Их изготавливали, вы-



Петропавловский собор.

Памятник Василию Татищеву.



далбливая изнутри ствол дерева; наружная имела внешний и внутренний диаметры соответственно 62 и 40 см, длину до 25 м; в нее вставляли вторую, более узкую, и заглубляли. В итоге общая длина такого трубопровода составляла 50-70 м. Поднятый по нему раствор поступал по деревянным желобам в закрытое помещение, висящий над костром цирен — большую сковороду, где выпаривалась вода и оставалась соль. Постепенно этот процесс совершенствовали под влиянием технического прогресса, достижения которого Строгановы нередко применяли первыми в стране. Так, в 1825 г. именно на их заводах появились паровые машины для выкачивания из-под земли грунтовых вод.

«Соляные короли» твердо соблюдали обязательства перед государством: строили крепости, дороги, храмы, привлекали работников на свои производства — в результате население края росло. Особенно интенсивно горнозаводское дело здесь начало развиваться в конце XVII — начале XVIII в. Пермская земля стала «колыбелью» отечественной добывающей промышленности: именно на ее территории в те годы нашли железную руду, не уступающую по качеству шведской, считавшейся лучшей в Европе; век спустя, в 1820 г., обнаружили золотоносные пески; в 1829 г. — первый в России алмаз, а еще через столетие — нефть.

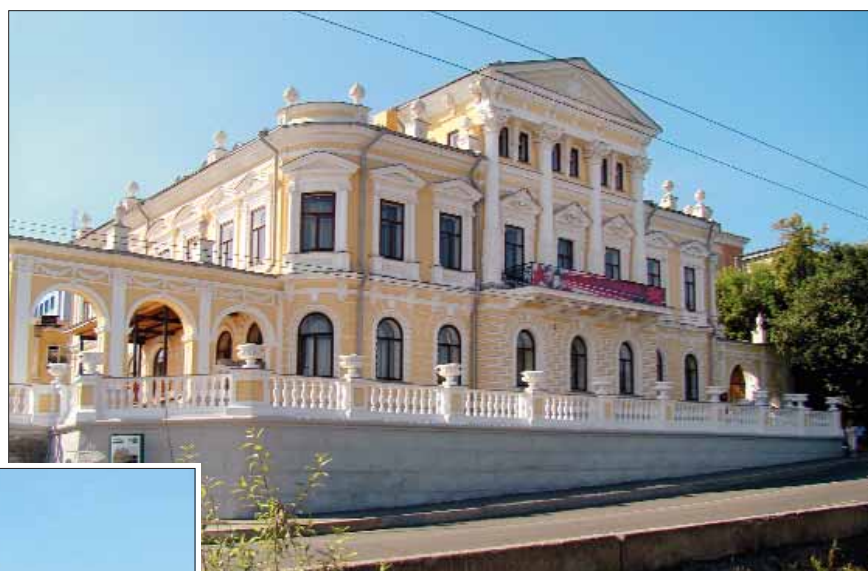
И это далеко не все сокровища Предуралья! Всего тут обнаружено более 500 видов полезных ископаемых. Помимо вышеназванных, это каменный уголь, торф, гипсы, мрамор, доломиты, известь, пески, керамзитовые глины, минеральные краски, хромитовые (единственная залежь в России), железные, стронциевые руды и многое другое. Главный же ресурс края — Верхнекамское месторождение калийных солей, разрабатываемое с 1934 г., крупнейшее в России и второе в мире (после Саскачеванского в Канаде).

Такое богатство здешних недр связано с их строением и геологической историей развития, в результате чего, в частности, на поверхность вышли горные породы, ранее залегавшие глубоко в земной коре. В 1840 г. шотландский геолог Родерик Мурчисон (академик Петербургской АН с 1845 г.) в ходе экспедиции по Прикамью выделил пермский период — последний в эре палеозоя*, начавшийся около 300 млн лет назад и продолжавшийся почти 50 млн лет. Тогда тут был тропический климат и плескались волны моря. Постепенно суша поднималась, и оно высохло, бывшее дно покрылось осадочными породами — так этот край стал, можно сказать, соляной столицей Европы.

В 1720 г. по указанию императора Петра I Василий Татищев отправился «в Сибирской губернии... и в прочих местах, где обыщутся удобные места, построить заводы и из руд серебро и медь плавить». Сподвижник государя-реформатора выбрал несколько участков и один из них — на берегу Камы, около де-

*Палеозой — геологическая эра древней жизни. Начался 542 млн лет назад и продолжался около 290 млн лет (прим. ред.).

Пермский краевой музей
(Дом Мешкова).



Ротонда Связева.



ревни Егошиха, где в 1723 г. начали возводить медеплавильный завод, вокруг которого вырос поселок, а впоследствии — город.

Кстати, именно Татищев присвоил наименование «Урал» разделяющим Европу и Азию горам*, называемым ранее то Рифейскими, Гиперборейскими (у античных авторов), то Каменным или Земным поясом (в русских летописях и деловых документах XII–XVII вв.). В 2003 г., по случаю празднования 280-летия Перми, здесь установили 4-метровый бронзовый памятник (художник Анатолий Уральский) ее основателю: он стоит на высоком пьедестале, держа в руках план Егошихинского завода.

В 1750–1770-х годах в городе появились здания, ныне составляющие его историческое ядро, средоточие памятников архитектуры. В их числе как гражданские, так и культовые постройки, самая ранняя из которых в камне — пятиглавый Петропавловский собор (1755–1764 гг.), сохранившийся до наших дней. Расцвет же градостроительного искусства здесь при-

*См.: А Чибилев. Европа и Азия: уточнение границы. — Наука в России, 2011, № 6 (прим. ред.).

шелся на конец XVIII — начало XIX в., причем во многом благодаря Ивану Связеву — сын крепостного, ставший академиком архитектуры, педагог, автор более 60 учебников и научных трудов, за 10 лет пребывания в Перми (1822–1832 гг.) он возвел там 31 сооружение.

Из всего созданного талантливым зодчим особой любовью местных жителей пользуется изящная постройка, ставшая основным символом Перми, которую они так и зовут — ротонда Связева: круглая в плане, выполненная из дерева колоннада, стоящая на каменном постаменте, поддерживает полусферический купол. В 1824 г. в городе ждали императора Александра I, и к его приезду губернатор Кирилл Тюфяев заказал архитектору построить в Загородном саду (ныне парк им. М. Горького) беседку, с чем тот успешно справился. Теперь она напоминает жителям и гостям Перми о единственном визите сюда действующего государя.

Одним из самых значительных творений Связева было здание в стиле позднего русского классицизма*, называемое горожанами Дом Мешкова (1820 г.). Однако пережив два пожара, оно подверглось в 1885–1886 гг. реконструкции по проекту архитектора Александра Турчевича. Тогдашний владелец этого особняка на набережной, предприниматель и меценат Николай Мешков хотел видеть его таким, чтобы было «не стыдно перед тысячами жителей края, которые в течение веков будут проплывать по Каме мимо нашего города»

Думается, Турчевич прекрасно справился с поставленной задачей. Архитектурный гений города, как называли его современники, сохранил многое из первоначального замысла Связева, в частности строгость и соразмерность пропорций, свойственные классицизму, но придал постройке пышный и

*См.: З. Золотническая. «Благородная простота и величественное спокойствие». — Наука в России, 2009, № 3 (прим. ред.).



Изделия пермского звериного стиля.

торжественный, по сути дворцовый облик. Именно этой цели служат великолепно декорированные разнообразной лепниной треугольный фронто́н, карниз и наличники, арки, балконы; украшающие кровлю каменные вазы; нарядные колонны фасада первого этажа и полуколонны второго. Не случайно с 2007 г. здание передали крупнейшему в Прикамье Пермскому краевому музею, насчитывающему около 600 тыс. единиц хранения.

В 1890 г. Уральское общество любителей естествознания создало в городе музей, ставший первым в губернии научным учреждением. Основу его составили коллекции местных энтузиастов-краеведов и поклонников прекрасного: палеонтологическая, этнографическая, старопечатных и рукописных книг XVI-XVII вв., картин крепостных художников XVIII-XIX вв., гербарий из представителей здешней флоры.

Ровесник музея — его самое крупное, археологическое собрание (около 250 тыс. единиц хранения), которому положили начало артефакты с характерных для Северного и Среднего Урала пещерных святилищ и кострищ* IV-II вв. до н.э. Наиболее интересная составляющая этого фонда — 500 образцов известного специалистам всего мира пермского звериного стиля (VII в. до н.э. — XII в. н.э.). Речь идет о предметах из кости, дерева, бересты, керамики, кожи, меха, брон-

зы, меди, представляющих собой рельефные изображения животных, в том числе культовых (лосей, медведей, уток), а также птиц, рыб, людей, иногда многофигурные композиции. Кроме того, наделенные богатой фантазией древние мастера нередко создавали фантастических существ, например пернатых с головой волка, гибридов человека, птицы и лося.

Ученые разделяют такие изделия на утилитарные, скажем украшения, детали костюма, предметы быта (найжены археологами в основном на поселениях и в могильниках), и культовые (обнаружены на жертвенниках в священных местах). Созданные неизвестными художниками образы отражали знания тогдашних обитателей Прикамья о природе, человеческом обществе и оказали большое влияние на развитие местного прикладного искусства — зооморфные мотивы перешли в вышивку, ткачество, меховую мозаику, деревянную скульптуру северных народов России — коми, удмуртов, манси и хантов. Произведения пермского звериного стиля, помимо краевых собраний, хранятся в нашей стране в Государственном Историческом музее (Москва) и Эрмитаже (Санкт-Петербург).

Из построек, возведенных в городе на Каме Связевым, помимо вышеупомянутых, до наших дней дошли деревянный одноэтажный дом строительного подрядчика Никиты Крылова (1827 г.), а также колокольня в стиле русского классицизма (1832 г.) Спасо-Преображенского кафедрального собора (1793-1832 гг., при

*Кострище — археологический памятник, культурный слой которого изобилует находками костей. Древнее жертвенное место (прим. ред.).

Пермский научный центр
Уральского отделения РАН
(Дом Грибушина).



Спасо-Преображенский собор.

участии великого зодчего Матвея Казакова). С 1931 г. в помещении самого храма располагается Пермская государственная художественная галерея, основанная в 1922 г. и ныне входящая в число крупнейших художественных музеев не только Урала, но и всей России. В ней сосредоточено более 43 000 произведений, представляющих изобразительное искусство разных стран и эпох, в том числе европейское XV–XX в. — русское, английское, немецкое, итальянское, французское, фламандское, а также античное, японское.

Гордость галереи — уникальная коллекция пермской деревянной культовой скульптуры, насчитывающая около 400 памятников XVII — начала XX в., собранных в основном в северных районах края. История этого вида декоративно-прикладного искусства, свойственного только Прикамью, связана с распространением в нем христианства, не искоренившего, однако, языческую традицию вырезать идолов из дерева. Вот почему в здешних храмах с разрешения местного духовенства тогда появились статуи право-

славных святых и ангелов. Первоначально излюбленными образами безымянных мастеров были Николай Можайский — защитник городов и селений, а также помощник странствующим и Параскева Пятница — покровительница земледелия, торговли и домашнего очага. В период наивысшего расцвета жанра, во второй половине XVIII — первой половине XIX в., появились исключительно выразительные, высоко человеческие изображения, прежде всего Христа в темнице (в музее их около 20), с чертами кротости, смирения, мученичества.

Продолжая путешествие по Перми, следует остановиться возле одной из самых нарядных ее построек — выполненной в стиле модерн*, известной горожанам, как Дом Грибушина (1895–1897 гг.). Уже знакомый читателям архитектор Александр Турчевич создал красивое здание в бело-голубых тонах с фасадом, декорированным колоннами, а художник-само-

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



**Пермский театр юного зрителя
(Дом Любимовой).**



**Пермский театр оперы и балета
им. П.И. Чайковского.**

учка Петр Агафьин украсил лепниной как интерьер, так и наружные стены, причем выполненные им женские головки приобрели сходство с фотопортретами из семейного альбома владельцев. В настоящее время здесь размещается научный центр Уральского отделения РАН.

Еще одно детище Турчевича — очень нарядный особняк также в стиле модерн богатой предпринимательницы и меценатки Любимовой (конец XIX в.), где теперь располагается Театр юного зрителя. Первый же в Предуралье и, кроме того, из числа старейших в России, — Академический театр оперы и балета им. П.И. Чайковского. Еще в 1846 г. в городе построили деревянное здание для постановки спектаклей, и в том же году пермские любители прекрасного услышали четыре оперы, в том числе «Аскольдову могилу» Алексея Верстовского, одну из первых отечественных и самую популярную тогда в России.

Важным событием в жизни исполнительского коллектива, да и всего города стала постановка в 1870 г. оперы родоначальника русской классической музыкальной школы Михаила Глинки «Жизнь за царя» («Иван Сусанин»). Работали над спектаклем члены Пермского отделения Российского музыкального общества и труппа известного в стране антрепренера Анания Херувимова, человека образованного, разно-

сторонне одаренного, высокой культуры. А в 1877 г. под руководством архитекторов Рудольфа Карвовского и Василия Попатенко начали строительство каменного здания для храма Мельпомены со зрительным залом на 800 мест, где предусмотрели оркестровую яму, партер и два яруса. Причем для достижения наилучшей акустики потолок изготовили из резонансной ели*, под сценой установили фарфоровые слуховые трубы.

Процесс становления профессионального классического танца пришелся здесь на 1890-е годы, а в наши дни Дом Чайковского, как его называют пермские театралы, стал третьей в России балетной Меккой после Москвы и Санкт-Петербурга. За последние десятилетия труппа выезжала на гастроли в Австрию, Италию, Югославию, Болгарию, Чехословакию, Германию, Польшу, Бельгию, Нидерланды, Австралию и Новую Зеландию, Японию и Южную Корею, Англию, Ирландию, Голландию, Испанию, Китай, США и др., всюду встречая теплый прием.

*Резонансная ель — вид пиломатериала, тонкие еловые дощечки, пригодные для изготовления корпусов музыкальных инструментов, акустических приборов и т.п. (прим. ред.).

Иллюстрации предоставлены автором

ОТТО БЮЧЛИ И ЕГО РУССКИЕ УЧЕНИКИ

Доктор биологических наук Сергей ФОКИН,
ведущий научный сотрудник
Санкт-Петербургского государственного университета

Небольшой городок Гейдельберг с развалинами средневекового замка, живописно расположенный у подножия лесистых холмов вдоль реки Неккар, был как бы придатком к университету — старейшему в Германии. Во время зимнего и летнего семестров улицы города пестрели разноцветными фуражками — знаком отличия многочисленных студенческих корпораций, а ночью слышалось веселое нестройное пение возвращавшейся с комершей (торжественных пирушек) молодежи. Так вспоминал о «символе немецкого романтизма», как называли Гейдельберг, зоолог Михаил Новиков, студентом увидевший в первый раз город осенью 1901 г. Основанный здесь в 1386 г. университет с середины XIX в. привлекал все больше русских студентов и ученых и, по словам известного физиолога растений, члена-корреспондента Петербургской АН Климента Тимирязева, стал научной «меккой» для многих наших соотечественников.

С основания Российской академии наук (1724 г.) наши ученые были тесно связаны с немецким научным миром. В зоологических дисциплинах большая их часть в конце XVIII — начале XIX в. просто принадлежала одновременно и Германии (по происхождению), и России, где они в значительной степени состоялись как естествоиспытатели. Достаточно упомянуть действительных членов Петербургской АН эмбриолога и анатома Каспара Вольфа (1734–1794), ботаника и путешественника Петра Палласа (1741–1811), эмбриолога и зоолога Карла Бэра (1792–1876), палеонтолога Христиана Пандера (1794–1865). То было время специалистов

широкого профиля, почти энциклопедистов, работавших в основном в одиночку в составе академии или в единственном тогда в стране Московском университете.

С начала XIX в. в России стали активно организовывать новые университеты: Казанский (1804 г.), Харьковский (1805 г.), Петербургский (1819 г.), Киевский (1834 г.) и Новороссийский (1865 г.) — с ними во многом и связано дальнейшее развитие отечественной зоологии. Возникновение же научного сообщества и школ как явления, появившегося на базе высших учебных заведений, следует отнести ко второй половине XIX — началу XX в.



Здание Зоологического института. Гейдельберг, начало 1900-х годов.
Из коллекции Сергея Фокина.

В области биологии и геологии большую роль для консолидации и развития наших научных сил сыграли съезды естествоиспытателей и врачей, организованные группой столичных ученых во главе с зоологом, ректором Санкт-Петербургского университета, будущим членом-корреспондентом Петербургской АН Карлом Кесслером (1815–1881). Первый состоялся в городе на Неве в конце декабря 1867 — начале января 1868 г., хотя предложения об их организации были поданы в правительство много раньше — Кесслером в 1856 г. и физиологом, будущим академиком Филиппом Овсянниковым в 1860 г. (оба находились под впечатлением от посещения аналогичных немецких съездов, проводившихся с 1822 г.).

К концу 1880-х годов немецкая ориентация среди сравнительно многочисленных отечественных зоологов оставалась доминирующей, поскольку многие из них предпочитали учиться в Германии, а подавляющее большинство тех, кто действительно посвящал свою жизнь науке, даже окончив наши университеты, отправлялись стажироваться за границу; прежде всего к немецким коллегам. Лингвистического барьера тогда не существовало — все окончившие гимназию, а тем более университет владели немецким, в то время междunarодным языком зоологического научного мира.

Для биологов центрами притяжения в Германии в разное время были Гейдельберг, Геттинген, Гиссен, Лейпциг, Мюнхен и Тюбинген. С середины XIX в. первым в этом ряду, несомненно, стоял Гейдельбергский университет. Примерно 10% его студентов в начале 1860-х годов были россияне, приезжавшие учиться и работать к конкретным профессорами. Университет обладал блестящей профессурой. Выдающиеся ученые охотно переходили туда из других высших школ благодаря его давней славе, хорошо организованному учебному процессу и живописному расположению самого города. В разные годы здесь работали известные не-

мецкие химики Роберт Бунзен, Людвиг Кариус и Эмиль Эрленмейер, физиолог, член Петербургской АН Герман Гельмгольц, биохимик, член АН СССР Альбрехт Коссель. Зоологию преподавали иностранные члены Петербургской АН Генрих Бронн и Карл Гегенбаур, Генрих Пагенштахер.

Многие студенты и молодые специалисты приезжали в Германию не только ради возможности учиться и работать у европейских научных светил — они стремились воспользоваться академическими свободами и, как правило, первоклассным оснащением лабораторий. В Гейдельберге таким местом в последней четверти XIX в. стал Зоологический институт университета, во многом созданный трудами одного из крупнейших европейских протистологов, иностранным членом Петербургской АН с 1895 г. Отто Бючли (1848–1920). Именно у него сосредоточилась большая часть наших соотечественников.

Бючли родился во Франкфурте-на-Майне в 1848 г. в зажиточной купеческой семье. Однако коммерция не интересовала юношу, он прославился в другой сфере — в исследовании простейших организмов, прежде всего инфузорий. Путь его в науке при этом не был чересчур прямым и быстрым.

В 1864 г. Бючли поступил в Политехникум Карлсруэ, где занимался главным образом минералогией, химией и палеонтологией. Переехав в 1866 г. в Гейдельберг, работал у знаменитого Роберта Бунзена и вскоре получил степень доктора философии. Можно предположить, что вначале зоология не была для него основным предметом. Только отбыв после окончания университета год в армии, ученый решил посвятить себя этой дисциплине: в 1869 г. он поехал в Лейпциг стажироваться к известному паразитологу Рудольфу Лейкарту. Однако Франко-Прусская война (1870–1871 гг.) вынудила его прервать научные занятия, к которым он вернулся после окончания кампании. В 1876 г. его пригласи-



Отто Бючли с учениками.
Из коллекции музея
«Biohistoricum» (Германия).
Гейдельберг, 1892 г.
(публикуется впервые).

сили в качестве приват-доцента в Карлсруэ, а затем по рекомендации зоолога Карла Гегенбауэра он занял кафедру в Гейдельбергском университете, где бессменно работал 42 года до конца своей жизни.

Первая работа Бючли по специальности была посвящена развитию пчелы (1870 г.), следующая — инфузориям. Молодой ученый отличался необычайно высокой продуктивностью в науке: только за 1871–1872 гг. он опубликовал 9 трудов. В 1873 г. увидела свет его монография по свободноживущим нематодам, через два года в одной из статей он дал первое подробное описание митоза — наиболее распространенного способа деления животной клетки.

В работе 1876 г. по изучению особенностей оплодотворения и ядерной реорганизации в ходе конъюгации (полового процесса) у инфузорий Бючли впервые правильно истолковал это явление. В течение многих последующих лет он занимался преимущественно одноклеточными животными. Главнейшим его трудом в данной области стала, несомненно, трехтомная монография «Простейшие», опубликованная в 1880–1889 гг. в серии «Классы и отряды животного мира». На ее написание исследователь потратил 10 лет — по признанию самого ученого, лучших в его жизни.

Изучение строения клетки простейших естественным образом привело Бючли к анализу организации цитоплазмы, чем он был увлечен в 90-е годы XIX в. Его теория ячеистого строения внутренней среды клетки, основанная на цитологических наблюдениях и экспериментах в области коллоидной химии, долгое время оставалась одной из самых популярных.

Двери Зоологического института Бючли были широко открыты для студентов и исследователей со всей Европы, в том числе и для русских, находивших там радужный прием. Не случайно приветственный адрес, посвященный 25-летию его профессорской деятельности (1903 г.), подписали около 100 человек, четверть

из них были нашими учеными и студентами. Кроме того, они преподнесли учителю отдельное поздравительное послание, а оба крупнейших в стране университета — Московский и Петербургский — избрали его в тот год почетным членом.

С 1896 г., когда один из первых русских учеников Бючли, основатель отечественной протозоологии, член-корреспондент Петербургской АН с 1908 г. Владимир Шевяков возглавил в культурной столице Зоотомический кабинет университета, число специалистов из нашей страны, посещавших Гейдельберг, постоянно росло, и так было вплоть до Первой мировой войны (1914–1918). Школу профессора прошли известные петербургские зоологи Николай Аделунг (1857–1917), Владимир Редикорцев (1873–1942), Юлий Вагнер (1865–1946), Павел Спесивцев (1866–1936), академик Георгий Надсон (1867–1939), основатель психонейроиммунологии Сергей Метальников (1870–1946), создатель лесной энтомологии Михаил Римский-Корсаков (1873–1951), родоначальник эволюционной гистологии академик Алексей Заварзин (1885–1945) и многие другие.

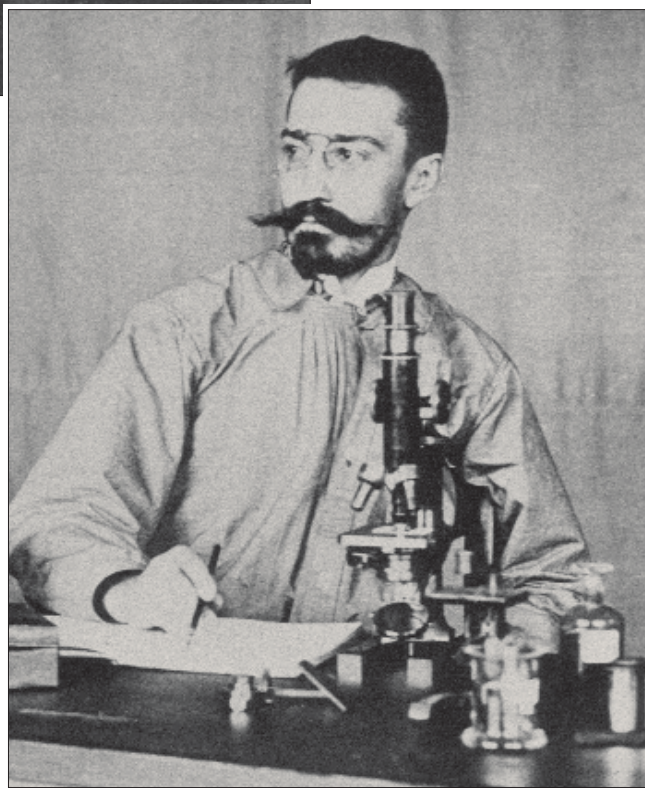
Московскую школу в Гейдельберге представляли будущие ректоры МГУ Михаил Новиков (1876–1965), Алексей Тихомиров (1850–1931) и один из основателей экспериментальной зоологии, член-корреспондент РАН с 1916 г. Николай Кольцов (1872–1940). Здесь учились и работали также будущие профессора Одесского, Тамбовского, Харьковского и Смоленского университетов. Всего же в институте Бючли в первой половине XX в. стажировались свыше 40 наших соотечественников. Его ученики, несомненно, оказали существенное влияние на развитие отечественной зоологии и подготовку у нас кадров по этой специальности. А некоторые из эмигрировавших после Октябрьской революции 1917 г. (Вагнер, Метальников, Новиков, Чахотин, Касьянов, Спесивцев и Бородин) расширили влияние гейдельбергской школы и на другие страны — Фран-



*Русские студенты
и их сокурсники на лекции.
Гейдельберг, 1903 г.
Из архива Гейдельбергского
университета.*



*Николай Кольцов в лаборатории Зоологического института.
Гейдельберг, 1902 г.
Из архива Гейдельбергского университета.*



*Владимир Шевяков в лаборатории Зоологического института.
Гейдельберг, 1891 г.
Из архива Гейдельбергского университета.*

цию, Италию, Чехию и Словакию, Югославию, Швейцарию, Швецию и США.

Обучение, длившееся 4 года, включало курсы зоологии и сравнительной анатомии, ботаники, физиологии, палеонтологии, геологии и химии. Сам Бючли читал анатомию беспозвоночных и позвоночных, прослеживая, как вспоминал Михаил Новиков, каждую систему органов (органелл) от простейших до млекопитающих. На основе этого курса был опубликован единственный учебник, написанный исследователем, — «Лекции по сравнительной анатомии», изданный тре-

мя выпусками в 1910, 1912 и 1920 гг. Первую его часть перевел на русский язык ученик профессора Сергей Чахотин, отметив в предисловии: «Широкие горизонты, смелость мысли — вот что отличает лекции Бючли». «Изумительные по своей ясности и полноте», они приводили его в восторг. Однако большую часть времени профессор проводил в созданном им Зоологическом институте, где с несравненно большей охотой занимался практической работой со студентами.

Шовинизм, особенно распространенный в Германии накануне Первой мировой войны, был абсолютно

*В лаборатории
Зоологического института.
Гейдельберг, 1904 г.
Из коллекции профессора
Клауса Хаусманна.
Берлин, Германия
(публикуется впервые).*

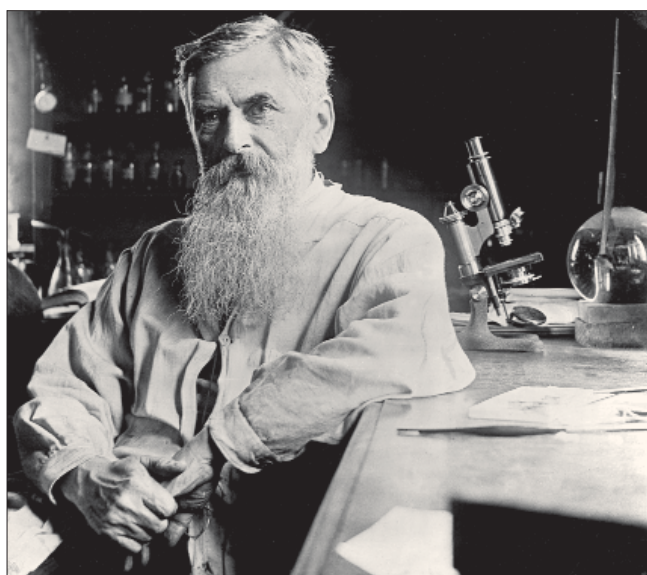


*Отто Бюкли в окружении студентов.
Гейдельберг, 1900 г.
Из коллекции Сергея Фокина.*

чужд Бюкли, и потому к студентам разных национальностей он относился одинаково. Ученый лестно отзывался о талантливости русских, а присущую многим нашим неряшливость умел побеждать систематичностью постановки работы и дисциплиной. Но, будучи требовательным наставником, не навязывал ученикам темы, и поэтому далеко не все они работали по протозоологии — главной области его научных интересов.

Особого внимания заслуживал «Большой практикум», проходивший после первого года обучения, — специальный курс морфологии основных групп животных (начиная с простейших), длившийся не менее двух семестров, изобретенный зоологом Рудольфом Лей-

картом и значительно развитый Бюкли. Кстати, потом его распространили на другие университеты Германии, а через русских учеников он получил «прописку» и у нас. После практикума студенты приступали к подготовке тезисов (дипломной работы). При этом профессор ежедневно дважды обходил своих подопечных и подолгу беседовал с ними. Часто в лаборатории проходили общие семинары. Бюкли, ставя проблему, пользовался доской, графически с помощью цветных мелков поясняя ход своих рассуждений. Кто-то из работавших у него пошутил: «Точно записав все, что говорит тайный советник во время посещения лаборатории, можно состряпать недурную докторскую диссертацию».



Отто Бючли. Гейдельберг, 1910-е годы.
Из коллекции Клауса Хаусманна.
Берлин, Германия.

Благодаря стараниям Владимира Шевякова, проведенного в Гейдельберге в общей сложности 7 лет (в том числе 3 года в качестве ассистента и приват-доцента в институте Бючли), немецкая система и организация учебного процесса были успешно интродуцированы и развиты в Санкт-Петербургском университете, что во многом определило расцвет отечественной школы зоологии беспозвоночных в первой половине XX в.

До сих пор ее происхождение и генезис специально не исследовали, поэтому существуют голословные утверждения, что петербургская (равно как и московская) зоологическая школа конца XIX — начала XX в. восходит к известному антропологу и зоологу, профессору Московского университета, члену-корреспонденту Петербургской АН Анатолию Богданову (1835–1898). Мне же очевидна более тесная ее связь с немецкой, гейдельбергской школой.

Конечно, само понятие «научная школа» требует пояснения. Очевидно, оно базируется на феномене основателя и связано с местом, где разворачивались соответствующие работы. Основоположник обычно не собирал учеников — они к нему тянулись, приходили сами, видя глубину идей и масштаб личности, т.е. помимо научного лидерства ему должны быть свойственны и незаурядные нравственные качества, позволявшие создать коллектив единомышленников. Все это, безусловно, было характерно для зоологической школы Бючли, и ее влияние на развитие этой дисциплины у нас (особенно в Санкт-Петербурге, но не только) на рубеже XIX–XX вв. нельзя недооценивать.

Старого здания, где работал мэтр, построенного в 1893–1894 гг., нет уже более 40 лет — Зоологический институт и Музей Гейдельбергского университета расположены теперь на другой стороне реки Неккар, в «новом» городе. Единственное место, где можно представить, как выглядела изнутри эта «мекка», находится в России — на кафедре зоологии беспозвоночных Санкт-Петербургского университета. С 1871 по 1930 г. это был Зоотомический кабинет, реорганизованный в

1894–1897 гг. Шевяковым по образу и подобию научной лаборатории его немецкого учителя. Созданный в своем современном виде трудами многих поколений отечественных зоологов, он стал, в том числе, памятником выдающемуся немецкому ученому и педагогу.

Важно отметить, что в нашей литературе единственную пока попытку сделать краткий анализ происхождения и развития русской зоологической школы предпринял научный сотрудник Зоологического музея МГУ, кандидат биологических наук Георгий Любарский в работе «История Зоологического музея МГУ. Идеи, люди, структуры» (2009 г.). Но она, к сожалению, свелась к подчеркиванию «идейной преемственности» и связи большинства петербургских специалистов конца XIX — начала XX в. с московской школой Богданова через его ученика — профессора, впоследствии (1920 г.) академика РАН Владимира Шимкевича. Автор упомянутого труда справедливо пишет: «Русская зоологическая школа начиналась как ответвление немецкой зоологической школы». Но далее замечает: «Со временем возникла изолированность — что дает редкую возможность рассмотреть ситуацию идейной преемственности в замкнутой культурной и научной традиции».

Рассуждать о культурно-научной изолированности России до второй четверти XX в. — значит игнорировать историческую реальность. Фактически полноценного общения с иностранными коллегами были лишены только те, кто закончил университетское образование к концу 20-х годов XX в. Основная же профессура, стоявшая во главе кафедр зоологии до конца 1930-х годов, успела получить «прививку» международного общения до октябрьского переворота. Полагая, приведенного в настоящей статье материала достаточно для подтверждения таких плодотворных контактов вплоть до 1914 г. К слову, с 1911 по 1917 г. Владимир Шевяков был товарищем министра народного просвещения, и одной из его заслуг на этом посту стало создание системы стажировки окончивших русские университеты за границей, прежде всего в Германии.

Автор выражает признательность сотрудникам архива Гейдельбергского университета, а также Клаусу Хаусманну и Армину Геусу за помощь в сборе материалов для статьи.

Работа выполнена в рамках темы, поддержанной грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 10-06-00124а.

Иллюстрации предоставлены автором

СЕТЕВОЙ МОНИТОРИНГ КЛИМАТА



Наносимый стихийными бедствиями ущерб нашей планете в последнее время значительно увеличивается: в 2009 г. он составлял 63 млрд дол., в 2010-м — 222 млрд, а за 3-й квартал 2011 г. — 320 млрд дол. Поэтому исследования глобальных климатических изменений и сопряженных с ними явлений следует перевести на новый уровень. Эту и многие другие проблемы обсуждали на прошедшем в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск) совещании по климатозоологическому мониторингу, которые проводят тут с 1995 г. Об итогах этой встречи рассказала корреспондент газеты «Наука в Сибири» Ольга Булгакова.

Председатель Оргкомитета, директор упомянутого института, член-корреспондент РАН Михаил Кабанов отметил: «Проблемы наблюдения природно-климатических изменений и их прогноза пока остаются на начальном этапе исследований. Это сопряжено с целым рядом причин. Физические основы теории климата и его моделирования до настоящего времени

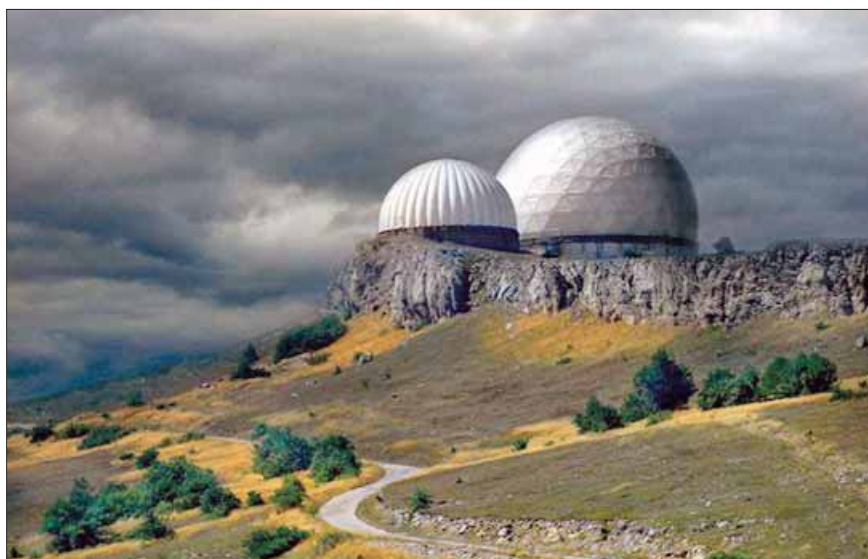
сосредоточены на описании преимущественно процессов, формирующих погоду, а не климатических... Мировые и отечественные сети мониторинга развиваются без учета современных задач интегрированных исследований климаторегулирующих и средообразующих факторов. Также недостаточно изучены пространственные и временные масштабы климатических изменений. Поэтому нам следует по-другому посмотреть на изучение природно-климатических процессов и их моделирования для получения необходимых инструментальных данных».

В основном на форуме, где работали представители 35 научных учреждений от Москвы до Якутска, обсуждали целевую программу «Разработка научно-технологических основ и создание опорной сети интегрированного мониторинга природно-климатических изменений в Сибири (2012-2017 гг.)». Она играет значительную роль в деле прогноза экономического раз-

Тайфун.



Наводнение.



Метеорологическая станция.

вития всего рассматриваемого Федерального округа и прилегающих к нему регионов. Для этого, в том числе, будет создана сеть интегрированного мониторинга из 12 станций, охватывающих территорию от востока Урала до Камчатки и Приморья (подчеркнем: ныне во многих странах мира намечена аналогичная тенденция, скажем, схожий мегапроект будет охватывать 22 станции США).

Развивая сказанное в Томске, Михаил Кабанов подчеркнул: «Одна точка, даже если это будет супероснащенная станция наподобие такой, что должна появиться на острове Самойловском (в дельте реки Лены), не изменит существующей ситуации. Раньше разные процессы (гидрометеорологические, аэрозольно-радиационные, криосферные и др.), оказывающие влияние на изменение климата, изучались точечно, без их синхронного совмещения. Для того чтобы обеспечить качественно новый уровень исследова-

ний, необходим переход от отдельных точек (станционных) и тематических сетей к хорошо интегрированной сети».

Для реализации этой программы необходимо существенное финансирование, большая часть выделенных средств должна пойти на обновление материально-технической базы стационаров, так как многие из них устарели. Успешная реализация проекта позволит не только поднять исследования на качественно иной уровень, но и повысить инвестиционную привлекательность всех регионов Сибири.

Булгакова О. От точек — к сети. — Газета «Наука в Сибири», 2011, № 41

Иллюстрации с интернет-источников

Материал подготовила Ольга АРТЮХИНА

НЕВЬЯНСКАЯ БАШНЯ: РЕАЛИИ ПРОШЛОГО



Академик Вадим СЧАСТЛИВЦЕВ, главный научный сотрудник,
доктор физико-математических наук Дмитрий РОДИОНОВ,
главный научный сотрудник,
кандидат технических наук Юлия ХЛЕБНИКОВА,
старший научный сотрудник
Институт физики металлов УрО РАН, (г. Екатеринбург)

Когда подъезжаешь к Невьянску — одному из старейших городов Среднего Урала, то на горизонте, кроме характерных для этой местности заводских труб, замечаешь два удивительных строения, расположенных на берегу большого пруда — ровесника местного чугуноплавильного и железоделательного завода: колокольню церковного собора и наклонную башню — древний памятник каменной архитектуры России. Старше ее, пожалуй, только кремль (1700 г.) и Троицкий собор (1703-1704 гг.) в г. Верхотурье (Свердловская область). И хотя она почти на пять веков моложе Пизанской падающей башни-компанилы (1174-1372 гг.) и Римского собора Нотр-Дам (1211-1311 гг.), однако знаменита не меньше как свидетель бурной поры, когда Средний Урал из захолустья превращался в «опорный край державы», становился ее основной металлургической базой.

Спасо-Преображенский собор (XIX в.) и Невьянская наклонная башня (XVIII в.).



**Невьянская
наклонная башня (1722-1732 гг.).**

Появление постоянных славянских поселений на Среднем Урале, как ни странно, произошло позднее образования русских городов в Сибири, где уже через 5 лет после первого похода Ермака (1581 г.) был основан Тюменский острог*, положивший начало одноименному городу. Через год севернее возник Тобольск (1587 г.), долгое время служивший столицей этого края, ее главным военно-административным, политическим и церковным центром. Позже, в 1593 г., в узле древних путей рек Оби, Казым, Северной Сосьвы появился г. Березов, ставший вскоре местом ссылки «государственных преступников». Для осуществления регулярной и надежной связи между старинными городами европейской части России — Чердыню, Соликамском, Усольем — и новыми сибирскими нужны были постоянные населенные пункты.

Возникший на Среднем Урале в районе современного г. Ивдель поселок Лозьвинский (1589 г.) вряд ли мог выполнять эту роль, так как сухопутный путь к нему по Чердынской дороге был трудным и не связанным с водными артериями, по которым далее можно легко попасть в Тюмень. Открытие же в 1597 г. Бабиновской дороги, названной в честь первопроходца Артемия Бабинова, решало эту проблему. Она доходила до поселения Нером-Кар, расположенного в верховье реки Туры, где недалеко от ее впадения в Тобол и стояла Тюмень. Годом позже на этом месте начали строить город Верхотурье, ставший вскоре важным административным и перевалочным пунктом на востоке нашей страны. А в 1600 г. заложили Туринский

острог — второй по старшинству в Свердловской области, что повысило надежность связи европейской части России с Сибирью и защиту территории Среднего Урала от набегов кочевых племен. Вслед за Туринском был основан Томск (1604 г.), затем Туруханск (1607 г.), Енисейский острог (1618 г.), Красноярск (1628 г.), Якутск (1632 г.), а севернее его — города Жиганск (1632 г.), Верхоянск (1638 г.), Иркутск (1638 г.), Охотск (1648 г.) и Анадырь (1649 г.). Всего за 50 лет русские служилые люди и казаки вышли на берега Охотского моря и Тихого океана.

В XVII в. Средний Урал быстро заселялся. Наряду с небольшими деревнями из 3-5 дворов появлялись более крупные населенные пункты — слободы, перераставшие впоследствии в города. Именно так возникли Ирбит (1631 г.), где с 1633 г. стали проводить ярмарки, Шадринск (1644 г.), Царев Курган (1662 г.), Камышлов (1668 г.), Каменск-Уральский (1682 г.). В это же время сформировалась и Невьянская слобода.

К 1678 г., по данным писцовых книг*, только в упомянутом Верхотурском уезде насчитывалось более 360 населенных пунктов, в том числе 12 слобод, жители которых занимались в основном сельским хозяйством, торговлей и охотой. Для строительства домов, заготовки дров и сена требовалось большое количество железных орудий труда: топоров, кос, а также скоб, гвоздей. Но их приходилось завозить из далекой Центральной России. Это приводило к дефициту изделий такого рода и, как следствие, к их дороговизне.

Именно поэтому возникла острая необходимость производить железо на месте. На Урале стали появляться многочисленные «мужичьки» заводы, где в «малых печах» плавил руду, а крицы** проковывали в кузницах. Местные мастера выплавляли до 550 пудов металла в год. А в 1629 г. на берегах реки Ница возник «государев» железоделательный завод. Он один вырабатывал за год немногим меньше: около 400 пудов чистого железа.

Однако становление настоящей металлургической промышленности, принесшей Уралу всемирную славу, началось на рубеже XVII-XVIII вв., что было связано со строительством и пуском в конце 1701 г. двух мощных чугуноплавильных и железоделательных заводов — Каменского и Невьянского. В первом чугун из домы выдала 15 октября, во втором — 15 декабря 1701 г. Именно с этих дат ведет отсчет история местной металлургии.

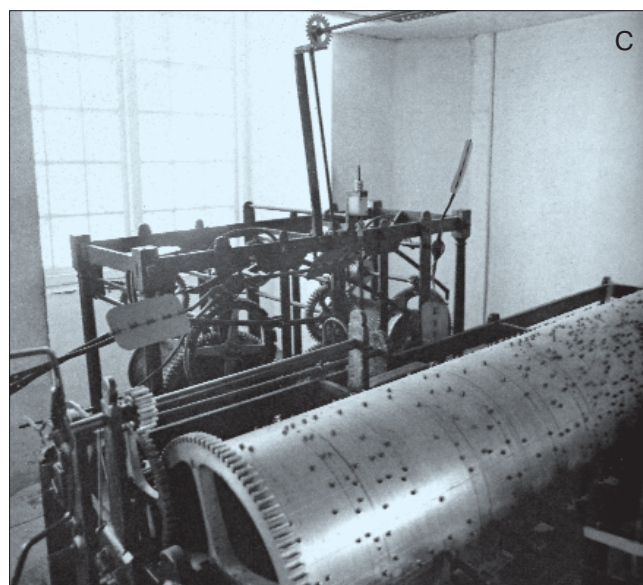
Однако следует заметить, работа Невьянского завода поначалу шла вяло, и в 1702 г. указом Петра I его передали в частную собственность известному поставщику оружия для войска во время Северной войны (1700-1721 гг.) Никите Демидову с условием, чтобы

*Острог — вид оборонительных сооружений, строившихся в России с XIII по XVIII в. (прим. ред.).

*Писцовые книги — поземельные описи, использовавшиеся на Руси с XIV до середины XVII в., содержавшие сведения об имущественном положении крестьян, детальное описание условий хозяйствования вотчин, сел, монастырей (прим. ред.).

**Крица — рыхлая, губчатая, пропитанная шлаком (кричным соком) железная масса, из которой путем разных обработок получают кричное железо или сталь (прим. ред.).

Колокол «Сибирь» (А),
башенные куранты (В)
и механизм башенных
курантов (С).



уральские цеха работали на российскую артиллерию. Тот имел свое производство в Туле, много ездил по России, поэтому сразу, еще в 1702 г., отдал завод в управление 24-летнему сыну Акинфию. После его приезда в Невьянск здесь вновь в полную силу начала действовать домна и возобновилась работа молотовых фабрик. Демидов-младший много сделал для того, чтобы за его предприятием прочно закрепилась слава первого в крае. Не случайно поэт Василий Жуковский (1783-1852) назвал его «дедушкой уральских заводов». Чугун и железо, полученные здесь в XVIII-XIX вв. из добротной руды и древесного угля с применением так называемой двухстадийной технологии, стали образцом металлургического качества. С ними мог соперничать только металл шведских железоделательных предприятий того времени. С 1703 по 1718 г. (т.е. за

время войны со Швецией), в Невьянске выпустили около 90% всех артиллерийских снарядов и гранат, произведенных на Урале.

Потребность в металле привела к росту числа заводов. В 1701-1740 гг. в крае возникло 55 предприятий металлургического профиля: 24 казенных и 31 частное. Причем не без участия Демидовых: старший построил в дополнение к Невьянскому еще 5 гигантов, а его сын — 17, в том числе Нижнетагильский чугуноплавильный и железоделательный завод (1725 г.), ставший позднее главным центром семейной вотчины. К 1740 г. местные предприятия выплавляли ~72% общероссийского объема чугуна и ~75% железа. При этом демидовские цеха давали ~65% и ~61% того и другого металла, производимого на Урале. Заводы расширялись, рядом возникали поселения, многие впо-



А



В

Фрагмент
балконной решетки (А),
памятная плита (В)
и вход в башню
с решеткой из кричной
(сырцової) стали (С).

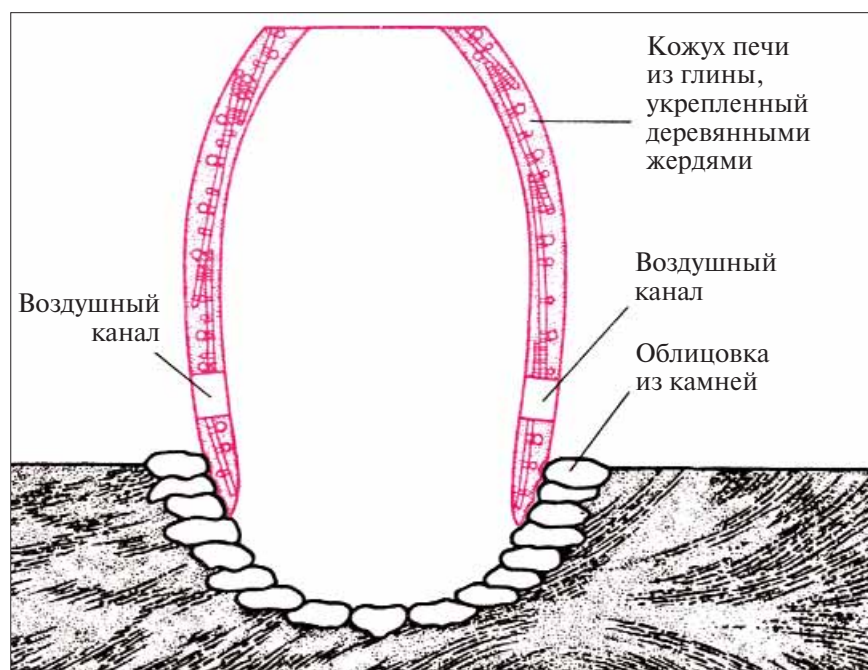
ледствии переросли в крупные города — Нижний Тагил, Каменск-Уральский, Ревда и другие, где и сегодня можно встретить постройки тех времен: промышленные корпуса, церкви, жилые дома, плотины и пруды. Есть такие и в Невьянске.

Одним из наиболее ценных и изучаемых исторических памятников города стала наклонная башня, построенная в 1722-1732 гг. (имя архитектора-строителя неизвестно) с использованием чугунных и железных элементов по типу древнерусских многоярусных культовых сооружений, характерных для русской архитектуры конца XVII в. Внутри ее проходит металлический каркас, скрепленный с внешней стороны чугунными шайбами и железными клиньями. Это было поистине революционное решение, утверждает в книге «Деми-

довы» (Екатеринбург, 2001) уральский историк Игорь Шакинко, аналогичное созданию железобетона, когда в одном изделии соединились два различных по свойствам материала, дополняющих друг друга: камень — на сжатие, железо — на изгиб и растяжение. Необходимость такого шага была продиктована, в частности, тем, что башню решили возвести внутри завода-крепости. Однако вскоре выяснилось: грунт там неустойчивый.

Уже при закладке фундамента произошла неравномерная усадка основания, и здание накренилось. Тем не менее стройку продолжили, но приняли чрезвычайные меры для стабилизации объекта. Так, в мощные кирпичные стены толщиной ~1,8 м вмуровали открытые и скрытые металлические связи, способ-

Схема строения
сыродутного кирпичного горна.



ные предотвратить разрушение каменной кладки. А на определенных расстояниях по высоте предусмотрели систему горизонтальных чугунных балок, закреплявшихся в углах на выходе из стены с помощью коротких штырей и шайб — это усиливало стягивающий эффект (кстати, такие элементы присутствуют и в конструкции сводов). Сами балки по форме напоминают деревянный брус сечением 190x145 мм и длиной 6 м, обычно применяемый при строительстве. В нижней его части располагается железный стержень сечением 60x36 мм. При отливке его приваривали к чугунному основанию. Иными словами, металлурги создали своего рода композиционный материал, хорошо выдерживающий нагрузки и на сжатие (чугун), и на растяжение (железо). На прочность работали и архитектурные детали — решетки окон, ограды балконов. Помимо художественного они имели функциональное назначение: служили связками различных частей кирпичной кладки. Использование в первой трети XVIII в. такого количества металлических деталей при возведении здания могли позволить себе люди, не испытывающие недостатка в чугуне и железе, — Демидовы.

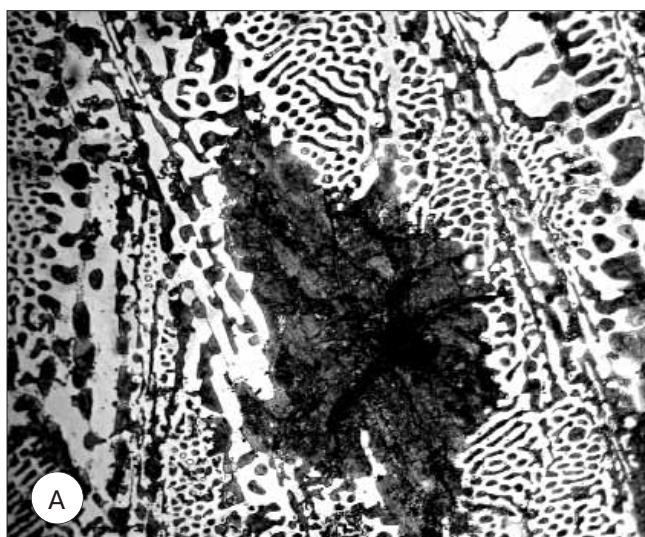
Согласно данным книги «Очерки истории культуры и быта старого Невьянска» (Екатеринбург, 2001), сооружение строили в два этапа: в 1722–1725 гг. возвели четверик (четырёхугольное в плане помещение), а затем к 1732 г. — восьмерики с металлическим шатром оригинальной конструкции, примененной впервые в мире. Лишь через 100 лет ее повторили при возведении в Германии Майнцского собора (1826 г.) на Рейне, а затем и на куполе Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге. Башню венчает шпиль, вершина которого заканчивается громоотводом, сделанным из листового сварочного (кричного) желе-

за* толщиной 1 мм и имеющим вид полого шара («шар-солнце») диаметром 30 см с шипами. Их остроконечные треугольники длиной 40 см прикованы к наружной поверхности вручную. Поставленный при возведении сооружения, т.е. на два десятка лет раньше изобретенного в 1752 г. американским физиком Бенджамином Франклином молниеотвода, он простоял свыше 200 лет на вершине башни и после ремонта, проведенного в середине XX в., стал музейным экспонатом.

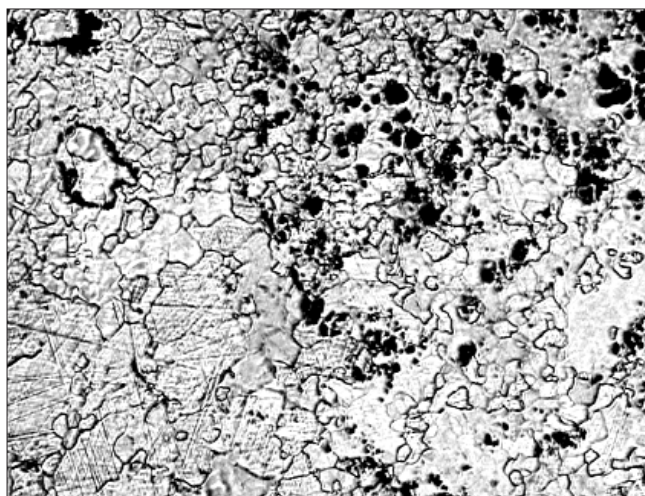
Возникает резонный вопрос: как это устройство появилось в конструкции? Вспомним, Акинфий Демидов непрерывно разъезжал по стране — между Санкт-Петербургом и Москвой, Тулой и Невьянском — и был в курсе всех событий. Он, конечно, знал, что царский любимец Александр Меншиков к тому времени построил в столице высокую башню, покрыв ее невянским железом, подаренным Демидовыми. Но летом 1723 г. во время грозы молния угодила в шатер, возник пожар, полностью уничтоживший верхние деревянные ярусы. Поэтому, как можно предположить, для безопасности возводимой в Невьянске башни ее шатер из металла увенчали шпилем с навершием в виде солнца, а заземление пропустили через кирпичную кладку. Это можно было сделать лишь непосредственно при строительстве. Молниеотвод много раз спасал постройку: когда «шар-солнце» снимали с вершины шпиля, то все лучи на нем оказались оплавленными.

В ходе строительства на нижнем восьмерике были установлены часы с боем и колокола. На десяти из них отлита надпись: «Ричард Фелпс. Лондон 1730 г.». В центре — бронзовый колокол со словами: «Сибирь. 1732 года июня 1 дня лит сей колокол в Невьянских

*Сварочное (кричное) железо получали посредствомковки рыхлой, пористой железной массы — крицы (прим. ред.).



Структура эвтектического чугуна:
А – решетка балкона;
В – памятная плита (увеличение в 300 раз).



Кричное железо молниеотвода
Невьянской наклонной башни
(увеличение в 60 раз).

дворянина Акинфия Демидова заводах весом 65 пуд 27 фунтов». Заметим, это более одной тонны! Колокола отбивают каждые 15 минут, полчаса и час, каждые три часа звучит мелодия музыкального барабана.

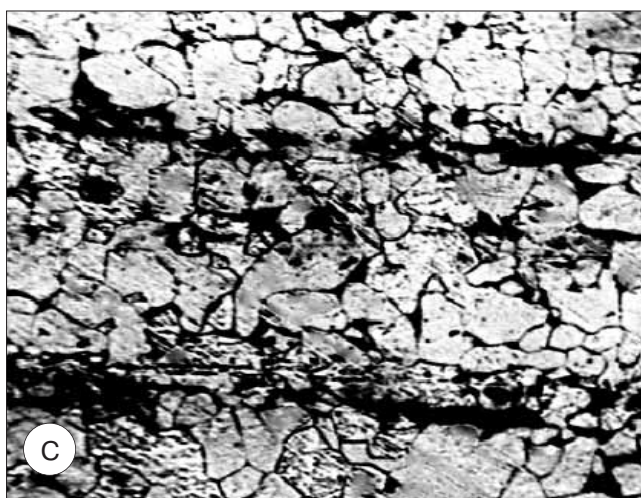
Несмотря на то, что башня построена почти 300 лет назад, она до сих пор сохранила первозданный вид, поэтому представляет интерес для многих специалистов. В частности, нам, металловедом, интересны ее чугунные, железные и стальные элементы, выполненные на местном заводе. Это редкий случай, когда производимый на нем металл оставался здесь же, на Урале, ибо большую его часть отправляли по рекам в Центральную Россию, откуда частично переправляли за рубеж, в том числе в Англию. Уральские сплавы, отличающиеся высоким качеством, охотно покупали в Европе, так как в их составе были отменные железные руды, древесный уголь. Их плавкой занимались талантливые мастера.

Основным металлургическим продуктом здешних предприятий было кричное железо. Горн для нагревания руды при его получении представлял собой куполообразную шахту с воздушными каналами для дутья.

В рабочее пространство печи слоями загружали древесный уголь и измельченную руду. Шлак стекал через боковое отверстие, но значительная его часть оставалась в основной массе. Производство металла проходило две стадии: получение чугуна и его передел в железо и сталь. Полученный в результате губчатый конгломерат легко сваривали при дальнейшей ковке.

Раздобыть экспортированный уральский металл, произведенный в XVIII в., чтобы определить и описать его структуру, практически невозможно. Поэтому мы воспользовались счастливой возможностью проанализировать образцы конструкций Невьянской башни, предоставленные нам сотрудницей местного Историко-архитектурного музея Ниной Медовщицкой и Музеем Невьянского металлургического завода. Нам важно было оценить качество демидовского сплава (химический состав, структуру и в отдельных случаях механические свойства чугуна, сварочного железа и кричной стали) и провести сравнительный анализ с зарубежными аналогами того времени.

Содержание углерода (C) оценивали по структуре, поскольку малые размеры образцов, отрезанные от му-



Структура образцов кричного железа:
А – стяжка башни;
В – участок фиксирующего клина
 с 0,15-0,20%-ным содержанием углерода;
С – шлаковые включения (увеличение в 150 раз).

зейных экспонатов, не позволяли определять его весовым химическим методом (растворением металлической стружки в специальных реактивах), а микрорентгеноспектральный давал большую погрешность. В то же время содержание остальных легирующих элементов измеряли именно им с достаточно высокой точностью.

Мы получили два чугуновых фрагмента: балконной решетки — пример художественного литья XVIII в. и памятной плиты 1725 г., металл которой представляет интерес потому, что точно известна дата его изготовления. Оба образца относятся к эвтектическим* белым чугунам с ~4,3 %-ным содержанием углерода. В изломе они имеют серебристо-белый оттенок, хрупкие, обладают высокой твердостью. Температура плавления такого металла ~1150° С. Его структура состоит преимущественно из ледебуритной эвтектики** и избы-

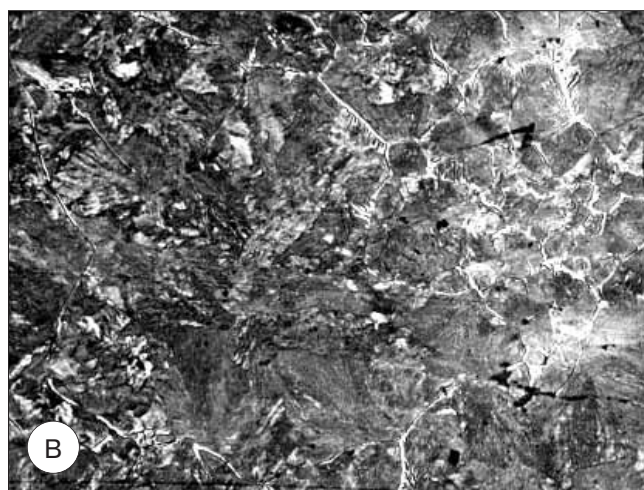
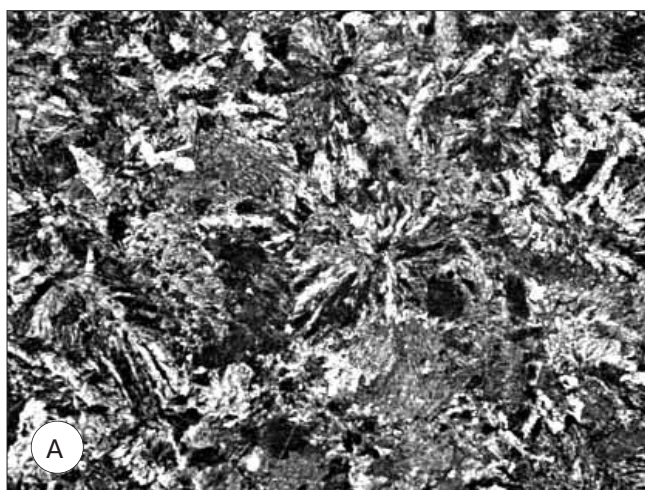
*Эвтектический — расплав, представляющий смесь двух и более компонентов, количественные соотношения которых соответствуют самой низкой температуре ее плавления (прим. ред.).

**Ледебуритную эвтектику получают в момент возникновения мозаичного орнамента из кристаллов цементита (карбид железа Fe_3C) и включений аустенита, способного превращаться в процессе охлаждения в перлит или бейнит (прим. ред.).

точного цементита. Кристаллы последнего выглядят на микрофотографиях как белый фон. В составе замечены также небольшие участки перлита (темные области неправильной формы).

Химический анализ изученных образцов свидетельствует о достаточно высокой чистоте металла, что связано с использованием качественной руды и древесного угля. В обоих чугунах есть примеси меди — типичный показатель уральских железных руд. Возможно, он был выплавлен из минералов Высокогорского рудника (гора Высокая вблизи будущего города Нижний Тагил), начало разработки которого относится к 1725 г. В доставляемой с этого месторождения руде содержалось ~1,5% марганца и ~0,35% меди.

Анализ показал наличие большого количества фосфора (~0,2%) в металле. Применение белого чугуна для отливок, особенно балконной решетки, — факт необычный. Сейчас, как правило, используют так называемый серый чугун, обладающий высокими литейными свойствами (хорошей жидкотекучестью). В нем большая часть углерода содержится в виде выделений графита, а не цементита. Обычно в таком ме-



Структура образцов кричной (сырцовой) стали:
А – стропила крыльца, участок с 0,7%-ным содержанием углерода (увеличение в 50 раз);
В – ферритная сетка на краю полосы (увеличение в 50 раз);
С – полосовая сталь арматуры крыльца с 0,5-0,6%-ным содержанием углерода (увеличение в 75 раз).

талле присутствуют от 2,4 до 3,8% С и от 1,2 до 3,55% Si. Именно высокое содержание последнего способствует графитообразованию. Марганец, напротив, препятствует этому процессу и приводит к отбеливанию металла, поэтому его стараются ограничить. В белом же чугуна углерод присутствует в виде цементита (Fe_3C), что придает ему высокую твердость и хрупкость. Однако по литейным свойствам он проигрывает серому, поэтому чаще всего его перерабатывают в железо или сталь – это так называемый перекрестный материал.

Химический состав предоставленных нам образцов позволяет предположить: и плита, и балочная решетка были отлиты из чугуна одной плавки, предназначенной в дальнейшем для передела в кричное железо. Интересно отметить, и сейчас перекрестный чугун, выплаваемый в доменном цехе ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат», имеет близкий состав. Он содержит ~4-4,3% С, 0,15-0,25% Si, 0,20-0,25% Mn, не более 0,10% P и 0,035% S. В соединение могут также входить ванадий (до 0,48%) и титан (до 0,25%), появление которых связано с происхождением руд: современный чугун выплавляют в основном из минералов Качканарского месторождения, а не горы Высокой, как это было в XVIII-XIX вв.

В результате кричного передела получали сварочное железо, а также сталь (уклад). Первое представлено в листовом материале молниеотвода башни, кованом образце стяжки и фиксирующего клина. Из стального уклада сделаны полосовые стропила крыльца, один из фрагментов которого имеет интересное клеймо: «Невьянский завод, дворянин Акинфий Демидов, Сибирь, Н:С, ДАД». Образец, отрезанный от станины часового механизма башенных курантов, датируется по времени их установки – 1730 г. Его историческая ценность состоит в возможности сравнения качества демидовского и европейского (шведского или английского) материала. Тем более, что некоторые специалисты подвергают сомнению факт изготовления металла станины в Англии. Скажем, научные сотрудники Невьянского государственного историко-архитектурного музея не исключают возможности его производства в Швеции.

Химический состав молниеотвода свидетельствует о высокой чистоте использованного материала не только по металлическим примесям, но и по сере и фосфору, что характерно для кричного железа, производимого на Невьянском заводе. Содержание углерода, судя по структуре образца, составляет менее 0,1%. Поверх-

Кричное железо станины часового механизма курантов Невьянской наклонной башни. Участок с 0,20-0,25%-ным содержанием углерода (увеличение в 60 раз).

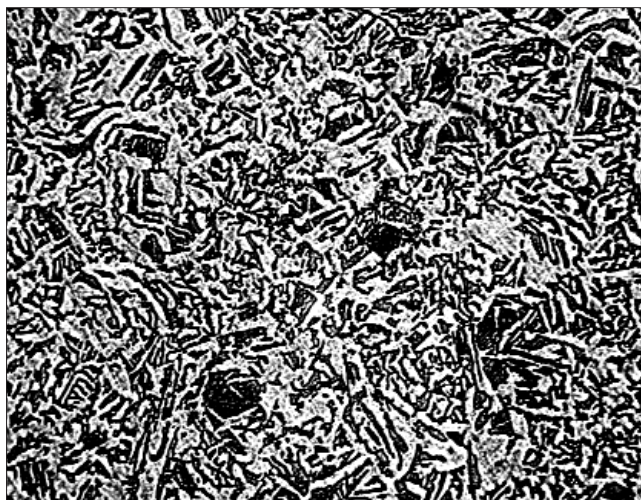
ность устройства за более чем двухсотлетний срок службы подверглась сильной атмосферной коррозии (множественные черные точки на микрофотографии).

В образце полосовой стержни вокруг кладки содержалось ~0,3% углерода. При этом основная составляющая в его структуре — видманштеттовский феррит, названный так по форме игольчатых кристаллов, что типично для производимого в первой трети XVIII в. металла, в том числе на Невьянском заводе. На это, кстати, указано и в одной из первых российских металловедческих книг «Металлография. Пособие для изучения строения металлов» (Санкт-Петербург, 1905 г.).

Подробный анализ состава фиксирующего клина описан нами в работе «Структура и механические свойства уральского сварочного железа» (журнал «Физика металлов и металловедение», 2004, т. 97, № 1). Он показал: в разных участках изделия содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,4%. Предел текучести образцов кричного железа составляет 250 МПа, прочности — 350 МПа, относительное удлинение — 10%, сужение — 17%, ударная вязкость* металла при комнатной температуре — 11 Дж/см², при $t = -40^{\circ}\text{C}$ — 7 Дж/см².

Мы сопоставили эти механические свойства с характеристиками современных сплавов. По содержанию углерода (0,1-0,4%) и кремния (~0,01%) металл клина можно сравнить с производимыми сегодня низкоуглеродистыми кипящими сталями, например, марки СтЗкп, содержащими 0,14-0,22% С и менее 0,05% Si в небольших сечениях. Данные «Марочника сталей и сплавов» (Москва, 2001 г.) свидетельствуют: по прочностным свойствам исследованный нами металл близок к нынешним сплавам, но по пластичности (значению относительного удлинения) и ударной вязкости при комнатной температуре уступает им. Причем хладноломкость** у него отсутствовала, а ударная вязкость при отрицательных температурах была такой же, как у современных сталей близкого химического состава. Низкие значения пластичности связаны с присутствием в кричном железе и укладе значительного количества шлаковых включений.

Представляют интерес стальные образцы, вырезанные из элементов арматуры (стропил) крыльца башни. Сыродутную сталь на Невьянском заводе изготавливали с момента его пуска. У нас нет точных данных об особенностях металлургических процессов, поскольку каждый мастер часто отработывал свою технологию выплавки уклада. Однако есть основания предполагать, что в ее основе лежит переплав кричного железа, поскольку этот способ использовали на со-



седнем с Невьянским Каменском казенным заводе в начале XVIII в. Элемент, вырезанный из арматуры крыльца, содержит 0,5-0,6% углерода, его структура состоит из перлита (возможно, с некоторой долей бейнита) и развитой ферритной сетки. Механические испытания на растяжение проведены на образце, вырезанном из стропил. Предел текучести металла составляет 300 МПа, прочности — 540 МПа, относительное удлинение — 8 %.

Химический анализ станины часового механизма свидетельствует о том, что мастера использовали высокочистое железо с малым количеством примесей серы и фосфора. Содержание углерода в разных участках образца составляет от 0,1 до 0,4%, в структуре отмечены шлаковые включения, что является типичным признаком кричного процесса. В книге Вячеслава Липина «Металлургия чугуна, железа и стали» (Санкт-Петербург, Москва, 1911) есть сведения о химическом составе чистого шведского металла. Сравнивая их с данными анализа образцов уральского железа и станиной часового механизма, можно сделать вывод: качество местной продукции сопоставимо с европейским. Кроме того, нельзя исключить возможность шведского производства основания башенных курантов.

Отметим, передовые позиции завод сохранял почти весь XVIII в. Не случайно невянскую марку железа «Сибирь» высоко ценили не только в России, но и в Европе. По данным энциклопедии «Металлургические заводы Урала XVII-XX вв.» (Екатеринбург, 2001 г.), почти все годовое производство кованого железа в 30-40-х годах XVIII в. чугуноплавильный и железоделательный завод поставлял Адмиралтейству для нужд Российского флота и артиллерии.

*Ударная вязкость — способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки (прим. ред.).

**Хладноломкость — склонность металлов к появлению или значительному возрастанию хрупкости при понижении температуры (прим. ред.).

ЦАРСТВО КЛАВИШ И СТРУН



Ольга БОРИСОВА, журналист

**«Из наслаждений жизни одной любви музыка уступает;
но и любовь мелодия...», — говорил гений нашей поэзии Александр Пушкин
устами одного из персонажей трагедии «Каменный гость».**
Действительно, искусство звука, появившееся у человечества значительно раньше,
чем речь (сначала было пение без слов), способно выражать и более того —
порождать у слушателей любые эмоции, врачевать недуги,
являясь самым мощным средством воздействия на личность. Не случайно
его изучают как философы, искусствоведы, так и психологи,
биологи, физики, математики. Вклад в такие исследования вносит
и крупнейшая в мире сокровищница артефактов, связанных с этим феноменом, —
Государственный центральный музей музыкальной культуры им. М.И. Глинки,
отмечающий 100-летие в 2012 г.

Государственный центральный музей музыкальной культуры им. М.И. Глинки.



В залах экспозиции.

В 1912 г. в Московской консерватории состоялось открытие Музея им. Н.Г. Рубинштейна — ее основателя*, первого директора, выдающегося пианиста-виртуоза и дирижера. Его бывший кабинет стал хранилищем уникальных рукописей, документов, инструментов, книг, автографов, личных вещей великих композиторов и исполнителей, других раритетов, накапливавшихся в этом ведущем отечественном высшем музыкальном учебном заведении с первых лет его существования. Постепенно коллекция росла и в 1943 г. получила статус Государственного центрального музея музыкальной культуры, а в 1954 г. ему присвоили имя основоположника национальной композиторской школы Михаила Глинки, 150-лет со дня рождения которого тогда отмечали. В 1981 г. сокровищницу перевезли в построенное для нее просторное здание с концертным залом (улица Фадеева). С 1995 г. это собрание, круп-

нейшее в мире подобного профиля (около 1 млн единиц хранения), входит в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов РФ.

Развернутая здесь постоянная выставка «Музыкальные инструменты народов мира» знакомит нас с почти 900 отечественными и зарубежными (из более 50 стран) раритетами — частью уникальной коллекции, складывающейся в Московской консерватории с конца 1880-х годов и насчитывающей свыше 3000 предметов. Гордость ее, несомненно, — гусли XIII-XIV вв., найденные в 1950-1960-х годах во время раскопок в Великом Новгороде, а также творения знаменитых итальянских скрипичных мастеров XVI-XVIII вв. Гаспаро Бертолотти да Сало, семейства Амати (Николо, Антонио и Иеронима), Антонио Страдивари, Джузеппе Гварнери. Самый старинный и редкий из созданных ими шедевров, имеющих в музее, — альт конца XVI в. работы да Сало (его изделий в мире осталось не больше десяти). А восемь

*Московская консерватория была учреждена Николаем Рубинштейном (совместно с князем Николаем Трубецким) в 1866 г. (прим. ред.).



Колокол церкви села Новоспасское, где родился Михаил Глинка. 1784 г.

скрипок, альт и виолончель несравненного Страдивари демонстрируют ступени совершенствования его искусства, венцом которого специалисты считают отлично сохранившуюся скрипку 1736 г. из собрания князей Юсуповых.

Не меньший интерес представляет балалайка Василия Андреева — замечательного композитора, музыканта-виртуоза, просветителя, страстного пропагандиста национального искусства, основателя (1888 г.) и руководителя первого оркестра русских народных инструментов, с триумфом выступавшего в Англии, Франции, Германии, Америке. Ее изготовил в 1902 г. специально для маэстро «балалаечный Страдивари», как называли его современники, Семен Налимов. Любопытно, что подобные «треугольные лютни», как именуют их на Западе, ставшие одним из символов России, не имеют древнего славянского происхождения и завоевали в ней популярность лишь во второй половине XVII в.

Очень нарядно и торжественно выглядит «серебряная коллекция» музея — трубы из благородного металла, полученные нашими полками в награду за подвиги в сражениях с французской армией во время Отечественной войны 1812 года. Каждую из них обвивает орденовская георгиевская лента с кистями, черный и желто-оранжевый цвета которой символизируют дым и пламя — доблесть на поле боя.

Отдельный зал занимают профессиональные инструменты европейской традиции. Среди них флей-

ты; пошеты XVII в. — миниатюрные скрипки учителей танцев; похожий на извивающуюся змею серпент (предшественник тромбона, валторны, тубы, геликона и пр.); виолы XVIII в. — прародители современных скрипок и виолончелей; уникальный спинет (разновидность клавесина) 1565 г. семьи Медичи (правителей Флоренции, поддерживавших талантливых художников и архитекторов), украшенный тремя миниатюрами с портретами ее представителей. В музее находится и старейший орган России, изготовленный в 1868 г. немецким мастером Фридрихом Ладегастом по заказу купца и мецената, музыканта-любителя Василия Хлудова, в 1886 г. подаренный владельцем Московской консерватории.

В другом разделе представлены инструменты, в разное время пользовавшиеся популярностью среди любителей музыки. Это, например, цистры (похожие на мандолины), распространенные в странах Западной Европы в XV-XVIII вв.; гитары — прежде всего Татьяны Дмитриевой, или, как ее называли, цыганки Тани, которую в конце 1820-х — начале 1830-х годов любил слушать Александр Пушкин*, а также подаренная в начале XX в. великому певцу Федору Шаляпину исполнительницей цыганских романсов Настей Поляковой и др. Украшение экспозиции — роскошно декорированные изделия ведущих фортепианных фирм XIX в., французских Erard, Pleyel и немецкой Beschtein, уникальный дорожный спинет-бюро (клавишный инструмент с выдвигающейся клавиатурой, отделанный перламутром; Фландрия, 1593 г.).

Отдали дань организаторы постоянной выставки и возрождаемому ныне древнему русскому искусству колокольных звонов. Здесь можно увидеть большой благовестник весом свыше 150 кг с выгравированной надписью, свидетельствующей, что его отлили в 1784 г. для храма села Новоспасское Смоленской губернии. Там, в родовой усадьбе предков, родился и провел детство Михаил Глинка. Еще один замечательный экспонат, причем единственный в мире такого рода, — передвижная концертная установка «Русская звонница «София» для сольной и совместной игры в ансамблем или оркестром, состоящая из шести колоколов, нескольких металлических пластин и синтезатора. Ее создали в 2009 г. в Москве композитор, пианист Михаил Иванов, дизайнер Сергей Лошаков, звонарь Александр Чайка, литейщики Борис и Олег Ньюины и художник Татьяна Киселева, украсившая наверху опорных колонн эмалевыми изображениями ангела, льва, тельца и орла.

Поражает разнообразием собрание народных инструментов, представляющих фольклорное музыкальное искусство России, Украины, Молдовы, Закавказья, Средней Азии и Казахстана (Август Эйх-

*См.: В. Непомнящий. Феномен Пушкина в свете очевидностей. — Наука в России, 1999, № 3 (прим. ред.).

горн, служивший в 1870–1883 гг. капельмейстером в Туркестанском военном округе, привез отсюда коллекцию из 36 таких раритетов), а также стран дальнего зарубежья. Есть в экспозиции и необычное пианино, сделанное в 1864 г. по чертежам писателя, философа, педагога, музыковеда князя Владимира Одоевского, называемое им самим энгармоническим клавицином: оно имеет дополнительные клавиши, позволяющие воспроизводить гармонию, свойственную строю народных песен. Напомним, изобретатель этого фортепиано — автор хорошо знакомой отечественным читателям сказки «Городок в табакерке» (1834 г.), увлекательно рассказавший детям об устройстве музыкальной шкатулки.

Надо сказать, подобные звуковоспроизводящие устройства занимают в музее специальный зал. Здесь множество музыкальных ящиков разных эпох, форм и размеров, шарманки, граммофоны, патефоны и т.д. А рядом неизменно привлекающий внимание посетителей электромузыкальный инструмент терменвокс, созданный российским физиком Львом Терменом в 1920 г. и во время его поездок за рубеж пользовавшийся огромным успехом у слушателей. Немало тут и других удивительных экспонатов, причем многие можно не только увидеть, но и услышать — записи их голосов звучат в залах экспозиции.

Музей располагает богатейшими архивно-рукописным (свыше 400 тыс. единиц хранения) и книжным (более 200 тыс. томов) фондами. Это автографы, мемуары, дневники, письма, партитуры, клавиры*, прижизненные издания сочинений великих композиторов, старопечатные отечественные и зарубежные ноты XVIII — первой половины XIX в., афиши, программы, периодика, научная, справочная литература, художественные альбомы, подаренные консерватории библиотеки и т.д. А великолепный фонд изобразительных материалов способен составить самостоятельную галерею: он включает картины, эскизы декораций и костюмов к музыкальным спектаклям прославленных российских мастеров кисти, графику, скульптуру, произведения прикладного искусства, фотографии, увековечившие оперные премьеры, конкурсы, фестивали, концерты и пр.

Этот обширный материал позволяет проследить всю историю отечественной и зарубежной музыки, театра, искусствоведения, фольклора, декорационной живописи и т.д. Так, рукописные певческие книги XVI–XVII вв. рассказывают нам о знаменном (основной вид древнерусского богослужебного пения), демественном (одноголосный, применяемый в особо торжественных случаях) и партесном (многоголосный, распространенный в православных обрядах в XVII — первой половине XVIII в.) распевках, послуживших основой профессионального отечественного вокального искусства. Время сохранило да-

*Клавир — переложение партитуры, оперы, оратории и др. для пения с фортепиано, а также для одного фортепиано (прим. ред.).

же имя одного из самых выдающихся мастеров этого жанра рубежа XVII–XVIII вв. — московского певчего дьяка Василия Титова.

Знакомство с оперой в нашей стране началось с придворных постановок итальянских спектаклей, в частности осуществленных труппой композитора Франческо Арайя (1730-е годы). Среди реликвий, связанных с театральной жизнью тех лет, — изданное в Санкт-Петербурге в 1736 г. либретто его произведения «Сила любви и ненависти» в переводе выдающегося поэта, одного из основателей современного стихосложения Василия Тредиаковского (академик Петербургской АН с 1745 г.). Первыми же шагами национальной профессиональной музыки стала обработка фольклора. В 1790 г. вышло «Собрание русских народных песен с их голосами», составленное Николаем Львовым, человеком разносторонних интересов и дарований — архитектором, графиком, поэтом, переводчиком, музыкантом*. Оно пользовалось большой популярностью, о чем говорит появившееся в 1806 г. второе, расширенное издание, хранящееся в музее.

Народная песня легла в основу русского романса. В 1759 г. композитор-любитель Григорий Теплов (почетный член Петербургской АН) издал сборник произведений, представляющих собой ранние образцы такого жанра. Эта реликвия, наряду с рукописью одной из первых отечественных опер «Квint Фабий» (поставлена в 1778 г. в Италии) Дмитрия Бортнянского, стоявшего у истоков классической музыкальной традиции в нашей стране, входит в число ценнейших экспонатов.

*См.: О. Базанова. Город-музей. — Наука в России, 2011, № 4 (прим. ред.).



Передвижная концертная установка
«Русская звонница «София». 2009 г.



Александр Бородин (второй слева) и Дмитрий Менделеев (первый справа) с русскими химиками в Гейдельберге. 1860 г.

Мастерская скрипичного мастера. Фрагмент экспозиции.

Своим расцветом в начале XIX в. романс во многом обязан таким мастерам камерной музыки, как Александр Алябьев, Александр Варламов, Александр Гурилев, автографы сочинений которых вошли в архивный фонд музея. Самое же высокое положение на музыкальном Олимпе тех лет занимал композитор-романтик Алексей Верстовский, также опиравшийся в своем творчестве на народную песню. К тому же на многие произведения его вдохновили поэтические предания, сказки, легенды, свидетельства летописцев. Исторический сюжет имела и его лучшая опера «Аскольдова могила» (поставлена в 1835 г.), не сходящая с подмостков до наших дней. Первое издание ее либретто (1836 г.), написанного по одноименной повести Михаила Загоскина (почетный член Петербургской АН с 1841 г.), — один из экспонатов, связанных с творчеством обоих деятелей отечественной культуры.

«Золотой век» русского музыкального искусства открыл Михаил Глинка, о творчестве которого рассказывают афиши, письма, нотные автографы, образительные и другие материалы. В их числе литография с видом петербургского Большого театра (начало XIX в.), где в 1836 г. состоялась премьера его оперы «Жизнь за царя» (или «Иван Сусанин»), живописный портрет знаменитого баса тех лет Осипа Петрова (середина XIX в.) — первого исполнителя партии ее главного героя, два эскиза декораций к спектаклю «Руслан и Людмила» (1842 г.): Ивана Библина (1913 г.) и Константина Коровина (1917 г.)*. Младшим современником, другом и последователем

первого русского классика был Александр Даргомыжский. Из экспонатов, представляющих самое известное его творение — оперу «Русалка» (1856 г.), отметим написанное самим автором либретто.

В конце 50-х — начале 60-х годов XIX в. талантливый композитор, пианист, дирижер Милий Балакирев основал кружок «Новая русская музыкальная школа», вошедший в историю как «Могучая кучка». Его участники, считая себя наследниками Глинки, ставили целью воплощение национальной идеи. Один из них — Модест Мусоргский, новатор, чье творчество оказало воздействие на всю мировую музыкальную культуру. Его путь в искусстве иллюстрируют клави́р (1873 г.) наиболее известной оперы «Борис Годунов», нотный автограф песни Марфы из оперы «Хованщина» (1886 г.), эскизы костюмов к одной из ее постановок, выполненные Константином Коровиным (начало XX в.), царская шуба Годунова из гардероба Федора Шаляпина и множество других экспонатов.

Современник Мусоргского, автор более 80 произведений Петр Чайковский стал самым почитаемым в мире представителем отечественной музыкальной школы («Господи! Сколько было восторгу, и все это не мне, а голубушке России», — вспоминал он после выступления в Праге в 1880-х годах). В музее немало раритетов, связанных с его жизнью и творчеством, например, нотное издание 1876 г. глубоко лирического цикла пьес «Времена года», часть эпистолярного романа невидимок — 13-летней переписки с меценаткой Надеждой Фон Мекк, автографы симфоний — Четвертой с адресованной ей надписью: «Посвящается моему лучшему другу» (1870-е годы) и

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



«Энгармоническое фортепиано» Владимира Одоевского, изготовленное по его чертежам. Фирма «А. Кампе». 1864 г.



Модест Мусоргский.
Баллада «Забытый». СПб. 1874 г.

Шестой (1893 г.). Среди изобразительных материалов отметим снимок замечательного тенора Леонида Собинова в роли Ленского в опере «Евгений Онегин» (1905 г.), эскиз декорации Александра Бенуа к опере «Пиковая дама» (1921 г.), фотопортреты выдающихся исполнителей произведений гениального композитора.

Один из необычных экспонатов музея – рукописи 1870-1880-х годов члена «Могучей кучки» Александра Бородина, совмещавшего научную деятельность со служением искусству (доктора медицины и одного из основателей отечественной классической симфонии): на их страницах наброски арий перемежаются с химическими формулами. Величайшим его творением стала опера «Князь Игорь» на сюжет «Слова о полку Игореве»*. Мысль избрать такую тему подал композитору музыкальный и художественный критик, историк искусств Владимир Стасов (академик Петербургской АН с 1900 г.), пославший ему для пополнения сведений о давно минувших событиях большие выдержки из Ипатьевской летописи**. Эти выписки, а также набросок текста Бородина к опере, фотография его и великого ученого-энциклопедиста Дмитрия Менделеева (член-корреспондент Петербургской АН с 1876 г.)*** вместе с рус-

*«Слово о полку Игореве» — самый известный памятник древнерусской литературы (предположительно конец XII в.) (прим. ред.).

******Ипатьевская летопись — один из древнейших летописных сводов и важнейших документальных источников по истории древней Руси. Самый старинный ее список датируется концом 1420-х годов (*прим. ред.*).

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

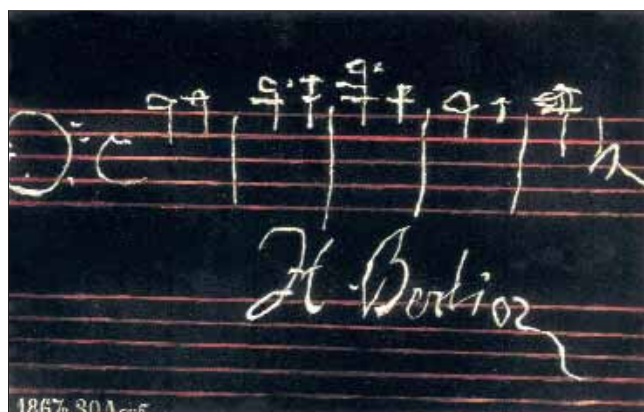
скими химиками в Гейдельберге (1860 г.), эскиз декораций Николая Рериха* к опере «Князь Игорь» — в числе сокровищ музея.

Многие произведения из обширного творческого наследия Николая Римского-Корсакова, также входившего в «Могучую кучку», увидели свет рампой в Московской частной русской опере, созданной в 1885 г. Саввой Мамонтовым — предпринимателем и меценатом, большим поклонником и знатоком искусства. В 1890-е годы композитор активно сотрудничал с участвовавшим в работе этой труппы замечательным художником Михаилом Врубелем, оформившим первые постановки его опер «Моцарт и Сальери», «Сказка о царе Салтане», «Царская невеста», а его супруге, выдающейся певице Надежде Забеле-Врубелю, посвятил изданный в 1897 г. сборник романсов, хранящийся в музее.

Один из крупнейших наших композиторов рубежа XIX-XX вв. — Александр Скрябин, смело искавший новые формы, возможности объединить звук и свет, фактически первый в истории использовавший цветомузыку. Иллюстрации его творчества в музее — автографы симфонической поэмы «Прометей» (1909-1910 гг.), Десятой сонаты для фортепиано (1913 г.), труба (фирмы «Циммерман») выдающегося музыканта Михаила Табакова, стоявшего у истоков современной отечественной школы игры на этом инструменте, первого исполнителя сольной партии в «Поэме экстаза» (1908 г.) и т.д.

Сергей Рахманинов, нередко называемый «самым русским композитором» (хотя с 1917 по 1943 г. он

*См.: О. Лавренова. По горам и пустыням. — Наука в России, 2011, №5 (прим. ред.).



Автограф французского композитора Гектора Берлиоза, оставленный им на классной доске Московской консерватории в 1867 г.

Граммифонная пластинка из фондов музея.

провел за границей), объединил в своем творчестве принципы петербургской и московской школ, создав собственный неповторимый стиль. Фонд связанных с ним материалов — один из крупнейших в музее. Здесь, например, рукописи партитуры Второго (1901 г.) и Третьего (1914 г.) концертов для фортепиано с оркестром, прижизненные издания романа «Не пой, красавица, при мне» (1893 г.), произведения духовной музыки «Всенощное бдение» (1915 г.), фисгармония, письменный стол, личные вещи, виды имений Сергея Васильевича — Ивановки под Тамбовом и швейцарского Сенар, множество фотографий, в том числе вместе с Федором Шаляпиным, сделанная в конце 1890-х годов, портрет композитора, написанный в 1940 г. старшим сыном певца Борисом...

Наиболее распространенным музыкальным жанром после революционных событий 1917 г. в нашей стране стала массовая песня, виднейшим мастером которой был Исаак Дунаевский, написавший замечательные произведения к кинофильмам «Веселые ребята», «Цирк», «Дети капитана Гранта» и т.д. Театральные работы первой половины XX в. — это в первую очередь оперы Сергея Прокофьева «Любовь к трем апельсинам» (1919 г.), «Война и мир» (1943–1952 гг.), балеты Арама Хачатуряна «Гаянэ» (1942–1957 гг.), «Спартак» (1956–1968 гг.), представленные в музее эскизами декораций 1920-х годов и красочными макетами 1940–1950-х; ценнейшее свидетельство времени — картина Леонида Пастернака «Сергей Прокофьев играет в советском посольстве в Берлине» (1937 г.).

К сожалению, обо всех сокровищах Музея музыкальной культуры рассказать не представляется возможным. Добавим лишь, что здесь собрана одна из крупнейших в стране коллекций материалов по зву-

козаписи (около 89 000 единиц хранения). В нее входит почти 60 000 отечественных грампластинок, выпущенных с конца XIX в. (фирмы «Граммофон», «Зонофон», «Пате», «Метрополь») до начала 1990-х годов. Благодаря им мы можем услышать кумиров публики более чем вековой давности, например скрипачей австрийца Фрица Крейсlera, нашего соотечественника Михаила Эрденко, русских певцов Вари Паниной («божественной», как называл ее поэт Александр Блок), Леонида Собинова, Антонины Неждановой, и, конечно, Федора Шаляпина. На различных носителях хранятся записи духовных сочинений, европейской музыки эпохи Возрождения, оперных спектаклей, концертов, мирового фольклора, произведений для детей, эстрады, шедевров мировой классики, в интерпретации широко известных отечественных и зарубежных исполнителей XX в., оркестров, хоров, ансамблей.

В концертном зале Музея музыкальной культуры выступают российские и зарубежные исполнители, проходят лекции, вечера редких звукозаписей, творческие встречи. Кроме того, его научные сотрудники ведут большую работу по поиску, возрождению неизвестных или забытых музыкальных имен и произведений, автографов, готовят к публикации эпистолярное наследие, нотные и литературные рукописи, изобразительные материалы, консультируют различные организации.

Иллюстрации предоставлены автором