



25

Какая флора существовала в Приуралье примерно 270 млн лет назад? Понять ее особенности помогают находки древних растительных остатков. Именно они недавно обнаружены в местонахождении Мазуевка на территории Пермского края.



32

Лошадь Пржевальского, названную в честь великого русского путешественника, ныне можно увидеть лишь в питомниках и зоопарках. Для того чтобы обеспечить дальнейшее выживание этого исчезающего вида, специалисты предлагают создать его природную популяцию на юго-востоке нашей страны.



88

Покровский собор «что на рву» (или храм Василия Блаженного) вблизи Московского Кремля в 2011 г. встречает свое 450-летие. В истории создания одного из самых знаменитых русских храмов немало тайн, которые постепенно раскрываются благодаря трудам историков, искусствоведов, архитекторов, реставраторов.



Лазерная «лихорадка», начавшаяся 50 лет назад после демонстрации американским ученым Теодором Мейманом первого оптического квантового генератора, очень быстро переросла в независимое научное направление. За короткое время у нас и за рубежом были созданы разнообразные типы лазерных устройств, предназначенных для решения проблем в энергетике (управляемый термоядерный синтез), высокоточной физике, метрологии, микро- и нанoeлектронике, космической навигации, системах связи и передачи информации, точном машиностроении и в других областях человеческой деятельности. Однако наиболее значительными сферами их применения являются оборона и промышленность.

Редакция осуществляет продажу отдельных номеров журнала и подписку на него

Адрес редакции: 119049, Москва, ГСП-1, Маро́новский 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 13.07.2011.
Заказ № 1354

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



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

Владимиров Ю.

Биофотоника и свободные радикалы4

Розенберг Г.

«Главная улица» России: экологический портрет17

Наугольных С.

Пермская флора: загадки и парадоксы25

Рожнов В., Орлов В., Паклина Н., Спасская Н.

Возвращение лошади Пржевальского32

ИСТОРИЯ НАУКИ

Велихов Е., Бункин Ф., Паши́нин П., Сухарев Е.

Мощные лазеры для обороны и промышленности38

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Леонтьев Л., Григорович К.

Черная металлургия: состояние и перспективы46

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Фомкин Б. Первый космонавт.....55

С МЕСТА СОБЫТИЙ

Хализева М. Два гуманиста64

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

Фокин П. «Певец осени и грусти»73

Базанова О. Город-музей80

ИЗ ПРОШЛОГО

Аверьянов К. Главный храм Москвы88

РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ

Сидорова Е.

«Зашифрованная летопись» северной природы.....96

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

Борисова О. Источник жизни...107

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

«Отец» водородной бомбы12

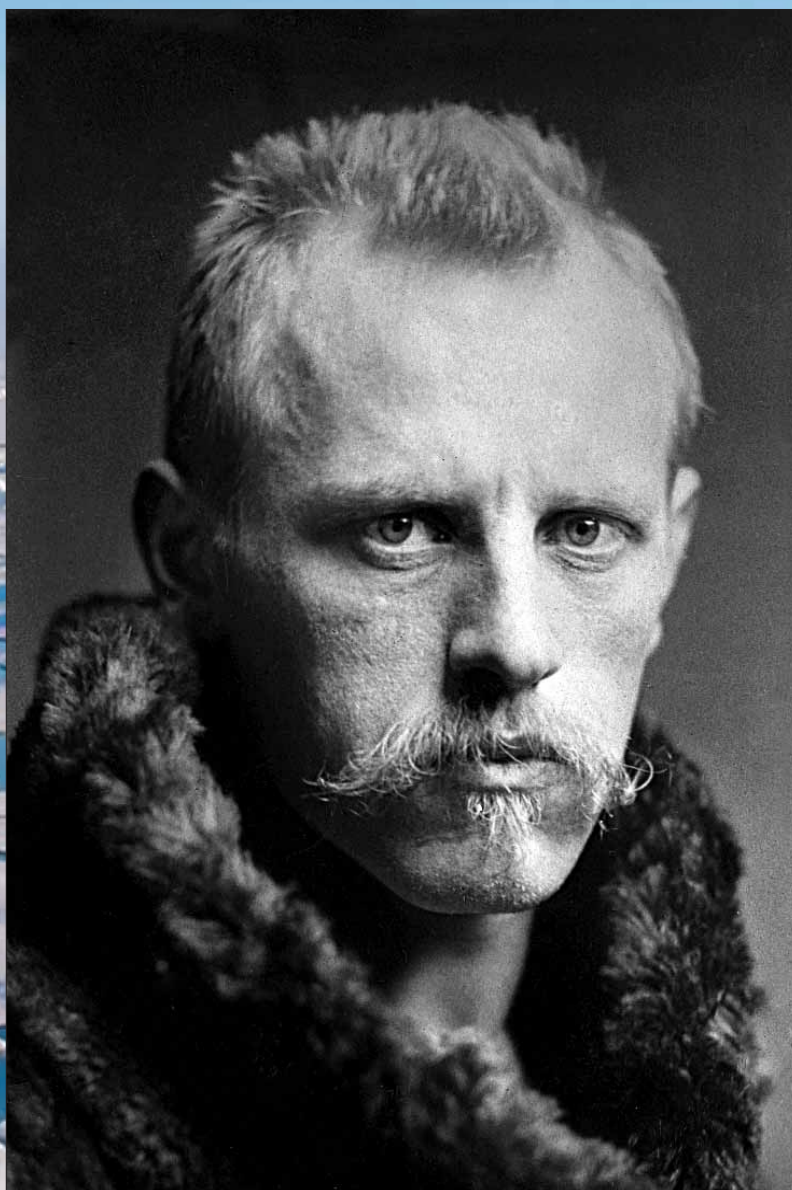
Нейтроны в борьбе с раком44

Наступление на космос51

Загадки солнечной короны61

«Гнездо огненного орла»71

«Денисовец» – человек палеолита104



В биографии Фритъофа Нансена немало поразительных страниц. В 1888 г. он первым в мире пересек Гренландию на лыжах. В 1893-1896 гг. на судне «Фрам» возглавил беспрецедентную экспедицию к Северному полюсу, доказав, что дрейфуя во льдах, можно приблизиться к нему на минимальное расстояние. После Первой мировой войны в 1920-1921 гг. Лига Наций доверила ему пост верховного комиссара по делам беженцев, а еще благодаря его личным усилиям тогда же удалось спасти от голодной смерти тысячи людей в Поволжье.

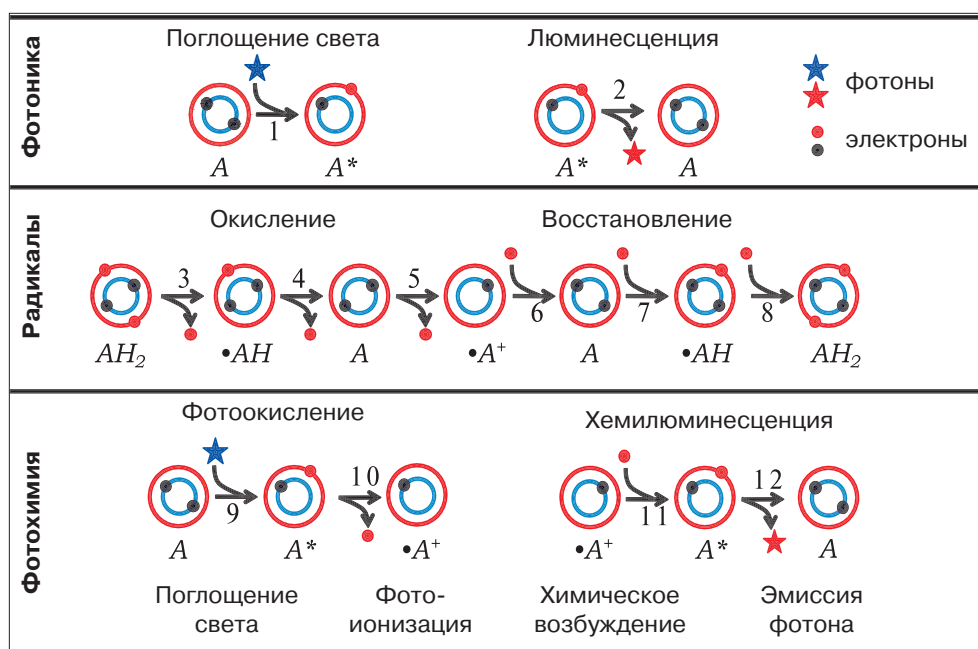
О судьбе знаменитого норвежского полярного исследователя, ученого-зоолога, политического деятеля, филантропа, гуманиста, лауреата Нобелевской премии мира за 1922 г., о его связях с Россией читайте в следующем номере журнала.

БИОФОТОНИКА И СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ

Академик РАМН Юрий ВЛАДИМИРОВ,
заведующий кафедрой медицинской биофизики
факультета фундаментальной медицины
Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова

**Явление нетеплового свечения вещества –
люминесценция – известно с XVIII в.
Однако лишь в XX в. с развитием физики элементарных частиц
оно получило стройное научное объяснение.
Ныне его широко используют не только в практических целях
(осветительные лампы, электронно-лучевые трубки и т.д.),
но и в качестве инструмента познания материи.
В последние годы удалось выяснить, что поглощение фотонов
(квантов электромагнитного излучения) в живых системах
нередко приводит к образованию химически агрессивных частиц –
свободных радикалов, а реакции с участием последних
часто сопровождаются выделением энергии в виде фотонов.
В науку о взаимодействии света с живыми организмами –
биофотонику – и в изучение свободных радикалов
большой вклад внесли отечественные ученые.**

Электронные переходы при поглощении и люминесценции (вверху), при окислительно-восстановительных реакциях (в середине), при фотохимических реакциях и хемилюминесценции (внизу). Синие кружки – верхние заполненные электронные орбитали, красные – нижние свободные орбитали окисленных форм молекул (A). AH_2 – восстановленные формы молекул, A^* – молекулы в электронно-возбужденном состоянии. Точки слева от букв – непарные электроны в радикалах, цифры – номера реакций.



БИОФОТОНИКА

Термин «фотоника» предложил в 1961 г. физикохимик, основатель советской школы фотохимии академик (с 1939 г.) Александр Теренин. Под ней он понимал «область науки, изучающую совокупность взаимосвязанных фотофизических и фотохимических процессов, происходящих при поглощении света веществом». Соответственно, биофотоника (раньше ее называли квантовой биофизикой) – наука об излучении, поглощении, рассеянии и действии фотонов в биологических системах. Она включает в себя изучение явлений хемилюминесценции (свечение, использующее энергию химических реакций), биолюминесценции (поглощения и рассеяния света тканями, клетками и биомолекулами), а также ряда других фотобиологических процессов, в том числе фотосинтеза и зрения.

Познание основных законов люминесценции органических молекул было предметом исследований наших выдающихся соотечественников: физика, основателя советской школы физической оптики академика (с 1932 г.) Сергея Вавилова, упомянутого Александра Теренина, биохимика и биофизика академика (с 1976 г.) Александра Красновского, специалиста в области фотобиологии академика АН БССР Сергея Конева, доктора физико-математических наук Вадима Левшина (Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР) и др. Из четырех ныне известных законов люминесценции (закон Стокса, правило Каши, закон Вавилова и правило Левшина) два последних – независимость квантового выхода люминесценции от длины волны и закон зеркальной симметрии спектров поглощения и флуоресценции – сформулированы отечественными учеными. Сергею Вавилову вместе с немецким физикохимиком Теодором Фёрстером принадлежит также доказательство и объяс-

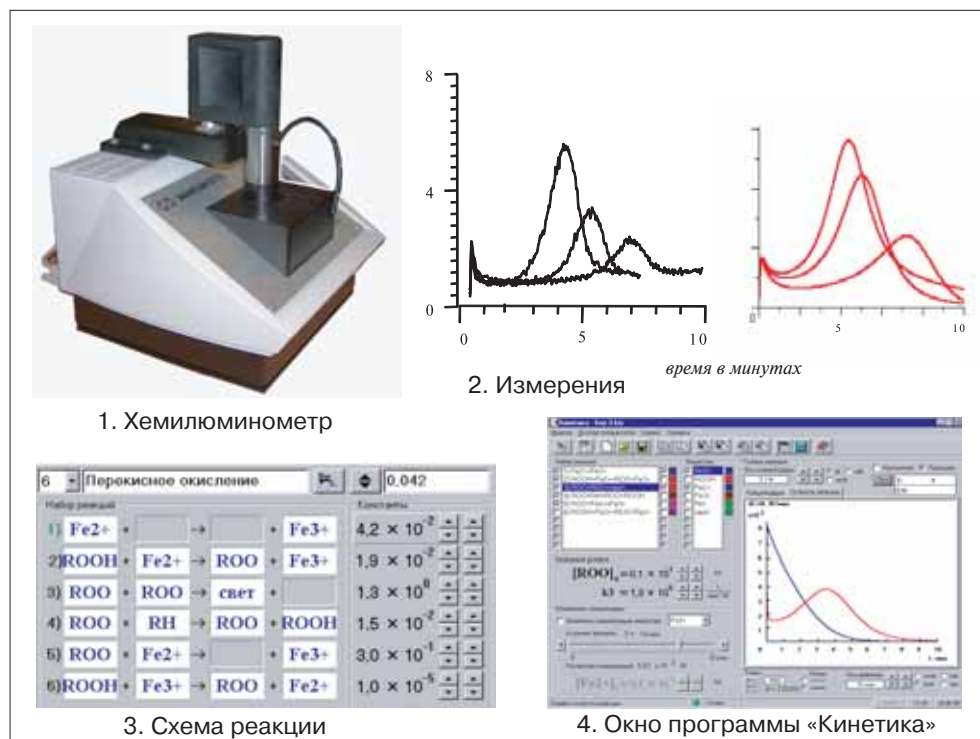
нение эффекта переноса энергии электронного возбуждения* между молекулами (1946 г.). Александр Теренин в 1943 г. одновременно с американским физикохимиком Гильбертом Льюисом (иностранный почетный член АН СССР с 1942 г.) объяснил фосфоресценцию** как результат перехода молекулы в основное состояние из триплетного (в котором имеется два электрона с параллельными спинами***, в отличие от обычных молекул, где спины всех пар электронов антипараллельны, т.е. направлены в противоположные стороны).

Возвращаясь к биофотонике отметим: взаимодействие фотонов с молекулами, входящими в состав нашего организма, приводит либо к изменению направления движения первых (рассеянию света), либо к их поглощению; тогда вторые переходят в электронно-возбужденное состояние. Основным методом изучения таких молекул – измерение характеристик люминесценции, т.е. испускания фотона при возвращении их в исходное состояние. В свою очередь, спектр возбуждения и эмиссии, квантовый выход, время затухания свечения и другие параметры флуоресценции дают разнообразную информацию о механизме, энергетике и кинетике внутри- и межмолекулярного перераспределения энергии в системе после поглощения фотона.

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

**Фотолюминесценция различается по длительности и подразделяется на флуоресценцию (время жизни 10^{-9} – 10^{-6} с) и фосфоресценцию (10^{-3} – 10 с) (прим. ред.).

***Спин – собственный момент количества движения микро-частицы, имеющий квантовую природу и не связанный с движением частицы как целого (прим. ред.).



На основании измерений кривых хемилюминесценции (1-2) составляется гипотетическая схема реакций, ведущих к свечению (3), и с помощью компьютерной программы (4) ведутся расчеты кинетики реакций.

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ БЕЛКОВ И МИГРАЦИЯ ЭНЕРГИИ

Сегодня флуоресценция — рутинный метод изучения молекул в живой клетке и свойств окружающих их структур. Одним из пионеров в этой области был Александр Красновский: во второй половине 1940-х годов, до появления фотоумножителей, в Институте биохимии им. А.Н. Баха АН СССР он получил уникальные данные о состоянии хлорофилла в листьях растений, используя визуальный флуориметр. Под его руководством в МГУ им. М.В. Ломоносова мы в середине 1950-х годов начали изучение люминесценции белков. Впрочем, попытки обнаружить ее предпринимали еще в середине XIX в., но те, кто тогда описал это явление, в действительности наблюдали лишь свечение примесей в видимой области спектра. Доказательство же того, что в ультрафиолетовой области флуоресцируют сами белки, получили Вирджи Шор и Артур Парди (США) в 1956 г. (правда, они не измеряли спектры свечения). Годом позже Ф. Тил и Г. Вебер в Великобритании измерили спектры свечения ароматических аминокислот, одновременно Сергей Конев и автор данной статьи в группе Александра Красновского в СССР измерили первые спектры флуоресценции белков. А в 1959 г. мы показали: свечение тирозина* в белках ограничено выходом малого числа квантов из-за образования водородных связей с близлежащими аминокислотами, а также из-за миграции (переноса) энергии электронного

возбуждения с тирозина на триптофан*, который, напротив, характеризуется обычно выходом большого числа квантов. Результаты этих ранних работ были обобщены в нашей монографии (1965 г.), сам же указанный метод в настоящее время широко используется для изучения структурных перестроек в белковых молекулах.

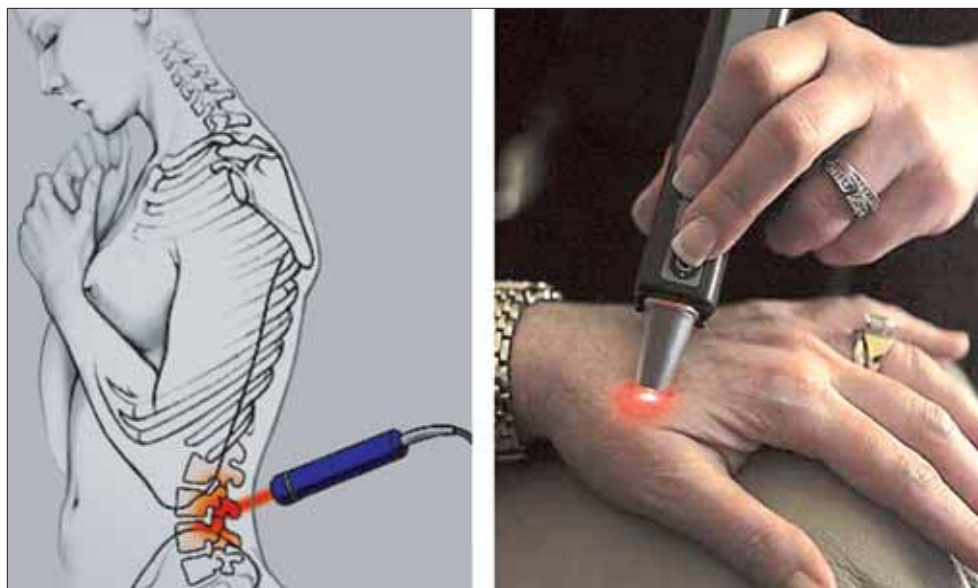
Не менее важно оказалось понять механизм переноса энергии электронного возбуждения. Интерес к нему побудили статьи венгерского биохимика Альберта Сент-Дьердьи (нобелевский лауреат 1937 г., иностранный член-корреспондент АН СССР с 1947 г.) в журналах «Nature» и «Science» в 1941 г. Он предположил, что белки обладают свойствами полупроводников; следовательно, в их молекулах возможен перенос электронов вместе с соответствующей энергией возбуждения. Эти представления были подвергнуты критике в двух наших с Сергеем Коневым статьях (1957, 1959 гг.), где указывалось на возможность иного, индуктивно-резонансного механизма переноса энергии в белках. К настоящему времени метод регистрации переноса энергии электронного возбуждения получил широкое распространение для оценки расстояний между молекулами или частями больших белковых молекул.

Находясь в электронно-возбужденном состоянии молекула может вступить в химическую реакцию. Первичные ее продукты — как правило, весьма реактивные химические соединения, довольно часто — свободные радикалы (агрессивные молекулярные частицы, имеющие на внешней электронной оболочке

*Тирозин — аминокислота, входит в состав многих белков и пептидов (казеин, инсулин и др.); в организме животных и человека — исходное вещество для синтеза гормонов щитовидной железы, адреналина и др. (прим. ред.).

*Триптофан — незаменимая аминокислота; входит в состав гамма-глобулина, казеина и других белков (прим. ред.).

Лазерная терапия широко применяется в медицинской практике для снятия боли и лечения ран, а также для улучшения состояния больных при сердечно-сосудистых и воспалительных заболеваниях.



один или два неспаренных электрона). В этой связи упомянем открытую в 1954 г. Александром Красновским реакцию фотовосстановления хлорофилла, с которой начинается фотосинтез (она названа в его честь). Первичным ее продуктом оказались свободные радикалы хлорофилла и молекулы-донора электрона.

С образования радикалов начинаются также фотохимические реакции, идущие при УФ-облучении белков. Механизм этих процессов изучен нами в 1961–1965 гг. на ароматических аминокислотах и белках, облученных при температуре жидкого азота (-196°C). В затвердевшем их растворе обычные химические реакции невозможны, но происходят переносы электрона между энергетическими уровнями, связанные с поглощением фотона или его испусканием. Измеряя спектры поглощения, флуоресценции и фосфоресценции, можно рассчитать энергию молекулы в возбужденном состоянии. При этом один из ее электронов способен вылететь в окружающую среду, где его будут держать в плену молекулы замороженного растворителя. Однако при нагревании УФ-облученного объекта становится возможным возвращение электрона с образованием электронно-возбужденной молекулы, и тогда наблюдается свечение (термолюминесценция) в результате электронного перехода на уровень основного состояния.

Хотя конечным итогом сложной схемы реакций, сопровождающих поглощение кванта УФ-излучения, оказывается инактивация белка, первыми их продуктами становятся свободные радикалы аминокислот тирозина, триптофана и цистеина (что показано в 1963–1969 гг. Офелией Азизовой (Институт биофизики АН СССР) и Дмитрием Рощупкиным (биолого-почвенный факультет МГУ); позднее оба стали докторами биологических наук).

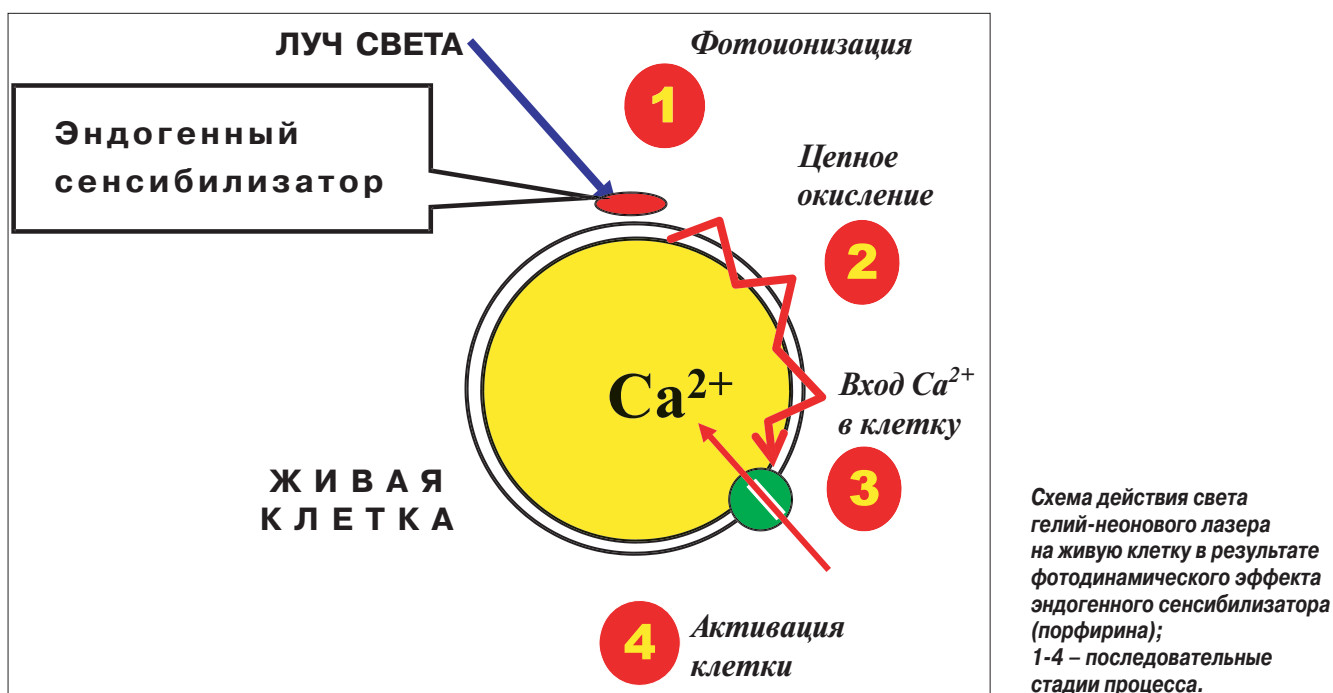
Несмотря на то, что рассматриваемая система проста (объект — молекула аминокислоты, воздействие — ультрафиолетовое облучение), мы встречаем здесь

все основные явления, которые изучаются в биофотонике и науке о радикалах в гораздо более сложных ситуациях. Это фотофизические процессы (поглощение света молекулой \rightarrow флуоресценция \rightarrow переход в триплетное состояние (обращение спина электрона) \rightarrow фосфоресценция), а также фотохимические (фотоионизация \rightarrow хемилюминесценция).

СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ

Как упоминалось, химически радикалы очень агрессивны, так как стремятся вернуть себе недостающий электрон, отняв его у какой-нибудь молекулы, или, наоборот, избавиться от «лишнего электрона», или соединиться с другим свободным радикалом, образовав молекулу. Здесь позволим себе небольшой экскурс в историю.

Впервые образование свободных радикалов при химической реакции показал немецкий ученый Мозес Гомберг в 1897 г. Позднее было обнаружено, что радикалы служат промежуточными продуктами цепных реакций в биологических системах при действии ионизирующей радиации. Сопоставляя сходство проявлений ее действия и старения у животных, американский исследователь Денхем Харман предположил участие свободных радикалов в старении организма (1956 г.) и в развитии болезней пожилого возраста, включая атеросклероз (1957 г.). Некоторое время спустя академик Николай Эмануэль (Институт химической физики АН СССР, ныне — Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН) в своих классических работах выявил роль свободных радикалов в цепных реакциях окисления органических соединений (включая липиды). А в 1968 г. американские ученые Джо Мак Корд и Ирвин Фридович обнаружили, что ранее известный белок плазмы, эритрокуперин, обладает способностью удалять супероксидные радикалы, т.е. молекулы кислорода с одним неспаренным электроном.



В настоящее время совершенно очевидно, что свободные радикалы играют большую роль в нашем организме. Начнем с того, что молекула обычного кислорода содержит два неспаренных электрона и является, так сказать, двойным радикалом; именно поэтому кислород очень активен химически. Ее структурную формулу можно написать так: $\cdot\text{O}\cdot$, обозначив непарный электрон точкой напротив атома, которому тот принадлежит. Присоединив один электрон, молекула кислорода превращается в супероксид ($\cdot\text{O}_2^-$), присоединив два электрона в водном растворе — в пероксид водорода (H_2O_2), а три — в гидроксильный радикал ($\cdot\text{OH}$). Все эти продукты называются активными формами кислорода (АФК). В одних условиях они играют роль регуляторов клеточных процессов, в других — наносят клеткам тяжелые повреждения, ведущие к их гибели.

К числу природных радикалов относится также монооксид азота (NO). В нашем организме он образуется ферментами NO-синтазами, регулирует многие внутриклеточные процессы, служит важнейшим медиатором расслабления сосудистой стенки. Его недостаток ведет к нарушению местного кровотока и гипертензии (повышению артериального давления). Избыток также нежелателен, поскольку метаболиты NO — активные формы азота — весьма токсичны.

Самопроизвольное окисление органических молекул кислородом происходит обычно по механизму цепной реакции, в которой участвуют свободные радикалы. По такому же принципу идет окисление липидов (в частности, полиненасыщенных жирных кислот) биологических мембран в живых клетках. Продукт цепной реакции — перекиси липидов, сам

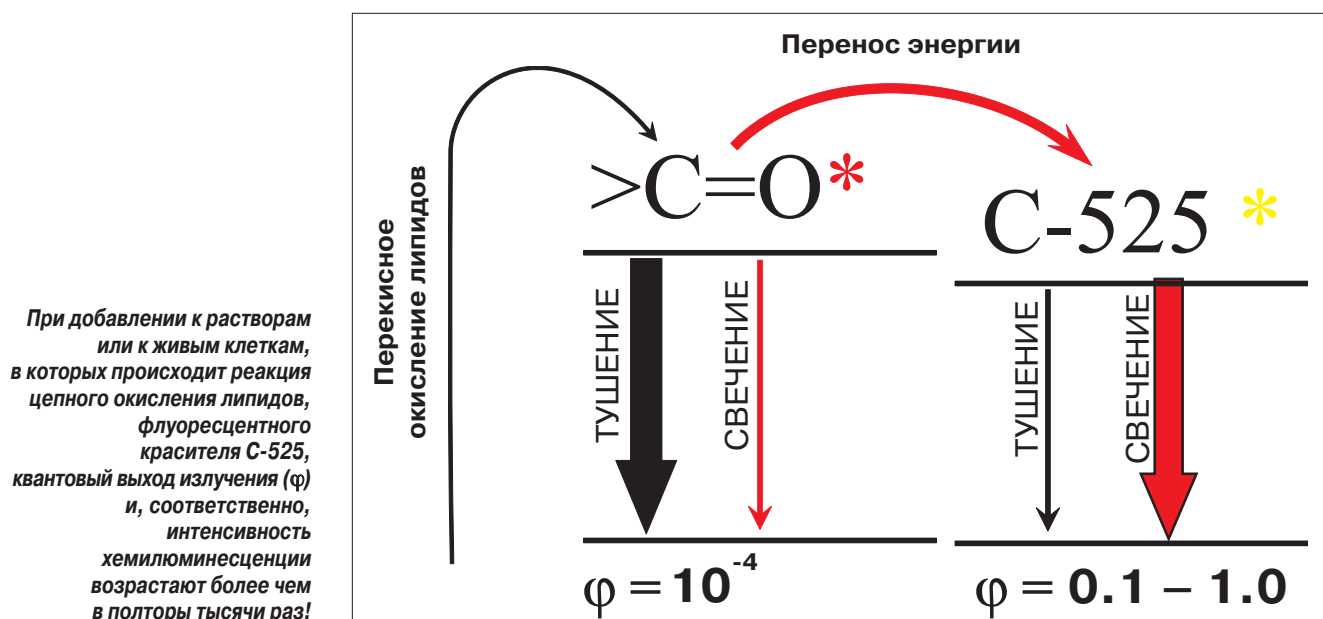
процесс обычно называют липопероксидацией или перекисным окислением липидов.

В большой серии работ, проведенных нами и сотрудниками на кафедре биофизики медико-биологического факультета 2-го Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова (ныне Российский государственный медицинский университет (РГМУ) им. Н.И. Пирогова) в 1972-1983 гг., показано: перекисное окисление приводит к распаду бимолекулярного липидного слоя мембран, увеличению их проницаемости для ионов, снижению электрической прочности, в результате чего мембраны разрушаются под действием электрического поля, создаваемого ими самими. В конечном счете это чревато гибелью клеток (некрозом) или включением механизма их самоуничтожения (апоптозом); последнее было доказано главным образом работами японского специалиста Казухиро Номуры в 1999-2000 гг. и американского профессора Валериана Кагана в 2002-2004 гг.

В настоящее время имеется обширная литература о роли перекисного окисления липидов в развитии основных болезней людей пожилого возраста: сердечно-сосудистых, связанных с развитием атеросклероза, нервно-дегенеративных (болезнь Альцгеймера, Паркинсона и др.), хронических воспалительных типа ревматоидного артрита, глазных болезней (катаракты и дегенерации сетчатки), диабета и ряда других.

КОГДА РАДИКАЛЫ ПОРОЖДАЮТ ФОТОНЫ

Хемилюминесценцию можно рассматривать как процесс, обратный фотохимическому. При втором из них свет поглощается и запускает химические реакции, а при первом химические реакции ведут к обра-



зованию продуктов в электронно-возбужденном состоянии и испусканию света.

Первым, кто еще в 1920-е годы обнаружил в опытах свечение живых объектов в УФ-области спектра, был наш соотечественник цитолог Александр Гурвич. Излучение этих объектов регистрировалось благодаря стимуляции им деления других клеток, по этой причине оно было названо митогенетическим. Позднее наличие УФ-излучения живых клеток подтвердили другие специалисты, в том числе в 1934 г. Сергей Родионов и Глеб Франк (академик с 1966 г.) путем регистрации отдельных УФ-фотонов с помощью кварцевой газоразрядной трубки с металлическим фотокатодом.

Появление фотоэлектронных умножителей резко повысило качество измерения излучения растительных и животных клеток и тканей. С их помощью изучен большой круг биологических объектов, испускающих свечение, названное сверхслабым (автор данной статьи и Федор Литвин, 1959 г., позднее доктор биологических наук). Природа сверхслабого свечения была раскрыта благодаря работам основателя кафедры биофизики в МГУ доктора биологических наук Бориса Тарусова и сотрудников (1961 г.), а также нашим исследованиям (1964-65 гг.). Было показано: основным источником свечения в живых клетках служит реакция взаимодействия свободных радикалов полиненасыщенных жирных кислот, входящих в состав клеточных мембран, и липопротеинов.

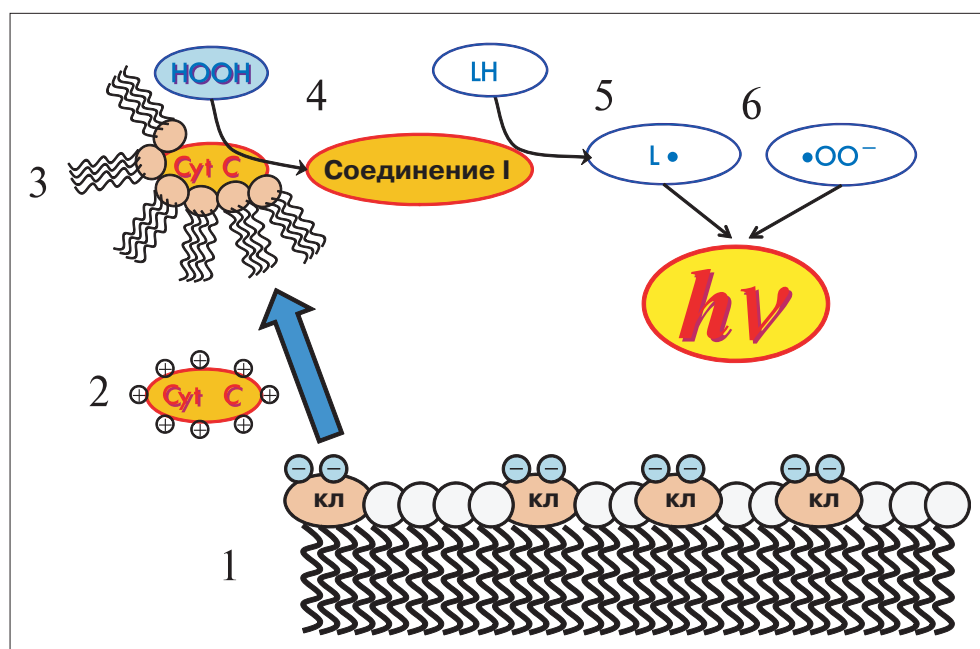
Известно, что окисление органических соединений кислородом воздуха протекает по схеме цепной реакции, в которой участвуют свободные радикалы. В лаборатории доктора химических наук Виктора Шляпинтоха (Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН) было показано: такие реакции сопровождаются слабой люминесценцией, механизм которой, как выяснилось, очень близок к тому, что и у обнаруженного нами сверхслабого свечения живых

клеток и тканей. Детальное изучение механизма хемилюминесценции при окислении органических веществ молекулярным кислородом провели доктор химических наук Ростислав Васильев с сотрудниками в Институте химической физики АН СССР в 1963-1965 гг. Они показали: свечение обусловлено реакцией взаимодействия двух пероксильных радикалов, участвующих в цепной реакции. А в 1971 г. нами было установлено, что сверхслабое свечение клеток и тканей, сопровождающее реакцию цепного окисления липидов, тоже обусловлено взаимодействием таких радикалов.

Если иметь в виду, что определить концентрацию свободных радикалов прямыми химическими методами невозможно из-за их крайне высокой реакционной способности, а уловить методом электронного парамагнитного резонанса*, особенно в биологических объектах, необычайно трудно из-за низкой концентрации, то не приходится удивляться тому, что метод хемилюминесценции очень скоро стал основным в изучении радикалов, ответственных за перекисное окисление липидов.

Открытие сверхслабого свечения клеток и тканей человека (включая свечение плазмы и клеток крови) дало толчок многочисленным исследованиям. Это явление было использовано в качестве нового метода лабораторного клинического анализа, помогающего врачам ставить правильный диагноз и оценивать состояние пациента в ходе лечения. Во 2-м Московском государственном медицинском институте им. Н.И. Пирогова в 1974-1990 гг. было показано: свечение плазмы и клеток крови человека и животных усиливается при воспалительных заболеваниях и резко снижается при недостатке кислорода в тканях (гипоксии), что служит грозным предупреждением.

*См.: В. Попов. Первооткрыватель парамагнитного резонанса. — Наука в России, 2008, № 6 (прим. ред.).



Превращение переносчика электронов – цитохрома с (CytC) в фермент пероксидазу происходит в митохондриях клеток в том случае, если белок соединится с кардиолипином (1-3). В присутствии пероксида водорода образуется так называемое соединение I (4), а при его взаимодействии с липидами (LH) – их радикалы (5), начинается цепная реакция окисления липидов, приводящая к запуску апоптоза. В эксперименте вместо липидов используют люминол, образование его радикалов сопровождается яркой хемилюминесценцией. В этой реакции участвуют радикалы супероксида (6).

К сожалению, указанный метод имеет два недостатка. Во-первых, во многих случаях свечение вызвано не одной реакцией (взаимодействием пероксильных радикалов), но и другими, плохо изученными. Во-вторых, его интенсивность очень низкая и потому требуется довольно много материала (например, для анализа плазмы нужно брать кровь из вены, что мало приятно). Выход был найден благодаря специальным соединениям, названным активаторами хемилюминесценции. Их предложено делить на химические и физические (последние не вступают в химическую реакцию, их действие основано на увеличении квантового выхода хемилюминесценции). В течение почти тридцати лет сотрудник кафедры биофизики РГМУ кандидат биологических наук Виктор Шаров занимался поиском эффективного физического активатора. В итоге были найдены вещества – хинолизиновые кумарины, многократно увеличивающие интенсивность хемилюминесценции. Наилучшим оказался кумарин С-525. Он увеличивает интенсивность свечения при цепном окислении липидов более чем в 1500 раз (!), никак не влияя при этом на химические реакции в изучаемой системе и сам не вступая в реакции. Очевидно, при использовании таких активаторов можно обойтись небольшими количествами биологического материала (несколько микролитров крови или несколько миллиграммов ткани).

Как только выяснилось, что сверхслабое свечение животных клеток обусловлено реакциями перекисного окисления липидов, протекающими в биомембранах, измерение такой хемилюминесценции было применено для изучения механизма этих реакций. Главный метод измерений, использованный нами совместно с Петром Гутеневым в 1973 г. (в то время дипломником 2-го Московского государственного

медицинского института им. Н.И. Пирогова, ныне кандидатом физико-математических наук), заключался в регистрации развития свечения во времени (кинетики), математическом ее моделировании и сравнении расчетных данных с экспериментальными полученными кривыми. Однако в полной мере данный подход был реализован лишь в 2002 г., когда совместно с кандидатом биологических наук Дмитрием Измайловым (МГУ им. М.В. Ломоносова) нами была разработана удобная компьютерная программа для тех же целей. В итоге вся совокупность экспериментальных данных описывается пятью химическими реакциями, к тому же подобраны константы их скоростей. В нашей лаборатории этот метод широко используется для изучения многих других процессов, сопровождающихся хемилюминесценцией.

КОГДА ФОТОНЫ ПОРОЖДАЮТ РАДИКАЛЫ

В последние годы было показано: биологическое действие интенсивного света (лазерного или светодиодов) связано с образованием или высвобождением свободных радикалов. В 1994 г. на основании накопленных к тому времени данных нами была сформулирована гипотеза, согласно которой в основе стимулирующего действия низкоинтенсивного лазерного излучения лежат три фотохимические реакции. Первая – фотодинамическое действие на клеточные мембраны, связанное с образованием липидных радикалов при освещении клеток в присутствии эндогенных усилителей чувствительности – порфиринов (пигментов), широко распространенных в живой природе); вторая – фотохимическая активация антиоксидантного фермента – супероксиддисмутазы и третья – фотохимическое расщепление нитрозиль-

ных комплексов белков гема* с выделением NO, являющегося радикалом.

Возможно, механизм второй из этих реакций сложнее, чем мы предполагали, и включает в себя активацию биосинтеза указанного фермента при первичном образовании радикалов по механизмам первой или третьей реакции. Но роль этих двух реакций в биостимулирующем действии низкоинтенсивного лазерного излучения и высокоинтенсивных светодиодов доказана многочисленными работами сотрудников кафедры медицинской биофизики РГМУ — доктора медицинских наук Геннадия Клебанова, доктора биологических наук Анатолия Осипова и их коллег.

Однако радикалы, как уже говорилось, могут выступать и в роли разрушителей. Правда, долгое время исследователи были уверены в том, что радикалы лишь неспецифически повреждают клеточные структуры, клетки болеют, а иногда погибают от этого. В последние годы стало ясно, что основной механизм действия радикалов более специфичен — это запуск апоптоза, т.е. программируемой смерти клеток. Последовательность приводящих к нему событий хорошо изучена и сводится к шести стадиям: первая — действие на клетку факторов, вызывающих апоптоз; вторая — образование комплекса фосфолипид кардиолипина с цитохромом *c* (белок, являющийся компонентом дыхательной цепи) в митохондриях; третья — перекисное окисление липидов во внутренней мембране последних, катализируемое указанным комплексом; четвертая — образование больших пор (или трещин) в наружной мембране тех же органелл и выход наружу цитохрома *c*; пятая — запуск комплексом цитохрома *c* с другими белками каскада реакций с участием каспаз**; и наконец, шестая — разрушение структур клетки и поглощение ее фагоцитами. Решающее звено при этом — перекисное окисление липидов во внутренней мембране митохондрий, катализируемое комплексом цитохрома *c* с кардиолипином.

Изучение структуры и свойств данного комплекса проводилось в последнее время в лаборатории биохимика Валериана Кагана в Питтсбурге (США) и нами в МГУ, РГМУ и в Институте кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН. Выяснилось, что это сферическая наночастица диаметром 11 нм, состоящая из молекулы цитохрома *c*, окруженной плотным монослоем молекул кардиолипина. Частица гидрофобна и встраивается в липидный слой мембран митохондрий. Доступ к гему облегчен, и молекула цитохрома *c* приобрела новое свойство — способность катализировать процесс образования радикалов органических молекул, включая липиды. Механизм реакций, активируемых этим комплексом, изучен методом кинетической хемилюминесценции, т.е. сочетанием записи кинетики свечения, сопровождающего реакции радикалов, и математического моделирования кинетики предполагаемых реакций.

*Гем — небелковая часть (простетическая группа) гемоглобина и цитохромов (прим. ред.).

**Каспазы — внутриклеточные протеолитические ферменты; они расщепляют пептидную связь между аминокислотами в белках (прим. ред.).

АПОПТОЗ, АНТИОКСИДАНТЫ И ЛАЗЕРНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

По определению антиоксиданты — это соединения, препятствующие образованию радикалов и, соответственно, развитию реакций цепного окисления. Но в ходе каталитической реакции пероксидаз* тоже образуются радикалы, способные запустить те же цепные процессы. Спрашивается, как в последнем случае будут действовать антиоксиданты? Недавно аспирантом кафедры медицинской биофизики МГУ Евгением Деевым было проведено систематическое исследование многих антиоксидантов, включая токоферол, флавоноиды и другие соединения, на образование радикалов люминола (химического индикатора, способного к хемилюминесценции) и липидов при реакциях, катализируемых комплексом цитохром *c* — кардиолипина. Как оказалось, все эти вещества подавляют образование радикалов при таких реакциях примерно при таких же концентрациях, какие используются для подавления реакций цепного окисления липидов.

В плане теории — это революционное событие. Раньше биофизики (включая автора данной статьи) считали: антиоксиданты действуют, потому что обрывают цепи окисления липидов, а оказалось, они к тому же могут ингибировать работу пероксидаз, включая связку цитохром *c* — кардиолипина, и тем самым предотвращать развитие апоптоза.

В плане практики — это многообещающее наблюдение, поскольку апоптоз во многих случаях — явление нежелательное (оно приводит к усложнению ситуации после инфарктов и инсультов), а иногда, напротив, необходимое (раковые клетки выживают в нашем организме, ибо не вступают в апоптоз, несмотря на сигналы организма). Может быть, использование антиоксидантов — одно из средств регуляции апоптоза?

И еще одно важное наблюдение. Монооксид азота (NO) охотно образует комплексы с геминными соединениями, в частности с гемоглобином и с цитохромом *c*. Кандидат биологических наук Григорий Борисенко и доктор биологических наук Анатолий Осипов на кафедре биофизики РГМУ показали: эти комплексы светочувствительны и распадаются при действии лазерного излучения с образованием свободного NO. Аспирант РГМУ Герман Степанов и Анатолий Осипов обнаружили, что пероксидазная активность комплекса цитохрома *c* с кардиолипином подавляется NO, но она восстанавливается под действием лазерного облучения. Это дает надежду, что и апоптоз можно будет подавлять или активировать с помощью NO или облучения лазером. Регулировать апоптоз означает иметь в руках оружие против злокачественных опухолей и осложнений при сердечно-сосудистых заболеваниях. Но это — заявка на будущие исследования.

*Пероксидазы — ферменты, катализирующие в живых клетках реакции окисления различных веществ с помощью перекиси водорода (прим. ред.).

«ОТЕЦ» ВОДОРОДНОЙ БОМБЫ

В мае 2011 г. научная общественность отметила 90-летие выдающегося физика-теоретика и политического деятеля академика Андрея Сахарова (1921-1989) — одной из загадочных фигур недавней советской эпохи.

Его называют «отцом» водородной бомбы (1953 г.) — самого разрушительного оружия в истории человеческой цивилизации. А в 1975 г. ему вручили Нобелевскую премию мира. Его привечали кремлевские правители, но за открытую оппозицию советскому режиму они же вступили с ним в яростное противостояние. Он был удостоен высоких отечественных наград: звания Героя Социалистического Труда (1954, 1956, 1962 гг.), лауреата Ленинской (1956 г.) и Государственной премий СССР (1953 г.), но в 1980 г. за резкое осуждение вторжения советских войск в Афганистан их отобрали, а обладателя без суда выслали в г. Горький (ныне Нижний Новгород). У него были все мыслимые блага государственной элиты, но он от них отказался. Одни считают его «пророком», «мучеником», другие — великим гражданином страны. При этом все сходятся в одном: Сахаров был гениальным физиком. Соратник ученого старший научный сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) кандидат физико-математических наук Борис Альтшулер, тесно сотрудничавший с ним в течение 20 лет (начиная с 1968 г.), рассказал Агентству «ФИАН-информ» об интересных фактах, связанных с участием коллеги в создании советской водородной бомбы.

После Великой Отечественной войны, в 1945 г., напомним Альтшулер, Сахаров поступил в аспирантуру ФИАНа и уже в 1947 г. предложил идею и расчет мюмезонного катализа ядерной реакции в дейтерии, ставшую основой его кандидатской диссертации. Но результаты этих изысканий появились лишь в виде секретного отчета (между тем американский физик Ханс Бете за подобные исследования, опубликованные в открытой печати, в 1967 г. был удостоен Нобелевской премии, а в 1994 г. его избрали иностранным членом РАН). По-видимому, эта работа и стала основанием для включения Сахарова в 1948 г. в специальную группу известного теоретика, будущего лауреата Нобелевской премии (1958 г.) Игоря Тамма (академик с 1953 г.), занимавшуюся проверкой конкретного проекта водородной бомбы. Весной 1950 г. его вместе с другими специалистами ФИАНа направили в г. Саров Нижегородской области, где на сверхсекретном «объекте» (Арзамас-16)* разрабатывали отечественное термоядерное оружие.

Этими проблемами занимались, начиная с 1942 г., и в США. Тогда верх взяла концепция, созданная американским физиком Эдвардом Теллером (1908-2003). В кругах советских разработчиков оружейного проекта ее называли «трубой», поскольку предложенная американцем супербомба имела форму цилиндрического контейнера с жидким дейтерием, нагревающимся от взрыва инициирующего устройства.

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



Академик Андрей Сахаров. 1980-е годы.

И только в 1950 г. благодаря расчетам выдающегося итальянского физика, лауреата Нобелевской премии 1938 г. Энрико Ферми (иностраннй член-корреспондент АН СССР с 1929 г.) и польского математика Станислава Улама была доказана бесперспективность этого пути. В США продолжили разработку других конструкций. Но к тому времени наши физики уже самостоятельно предложили иную трактовку термоядерного заряда, реализованную в 1953 г. И ведущая роль в этом проекте, подчеркнул Альтшулер, принадлежала Сахарову.

Именно его идеи легли в основу схемы, названной ядерщиками «слоистой»*. Устройство состояло из чередующихся слоев легкого вещества (дейтерий + тритий) и тяжелого ^{238}U . При бомбардировке урана нейтронами термоядерного синтеза он начинает делиться (т.е. «распухать») и, соответственно, сжимать легкое вещество, активизируя в нем процесс слияния ядер, сопровождающийся высвобождением огромной энергии. Это явление ионизационного сжатия часто называют (по классификации самого Сахарова) первой идеей отечественной термоядерной бомбы. Вторая (по использованию в качестве горючего ^6Li — дейтерида лития) принадлежала выдающемуся физики, будущему лауреату Нобелевской премии 2003 г. Виталию Гинзбургу (академик с 1966 г.). Дело в том, что при облучении ^6Li нейтронами, возникающими в огромном количестве в ходе начального

атомного взрыва, образуется необходимый для реакции тритий, повышающий мощность заряда. Так, отметил Альтшулер, был заложен фундамент российской термоядерной бомбы.

Испытание заряда, созданного по этой схеме, успешно прошло на полигоне под Семипалатинском (Казахстан)* 12 августа 1953 г. Мощность взрыва составила 400 кт, что в 20 раз превышало силу первых советских ядерных бомб при сохранении практически тех же габаритов. Состоявшийся эксперимент квалифицировали как выдающееся приоритетное достижение наших физиков — Тамма, Гинзбурга и особенно Сахарова. Осенью 1953 г., представляя его для избрания в Академию наук СССР (сразу в академии, минуя звание члена-корреспондента), руководитель советского атомного проекта академик Игорь Курчатов** сказал: «Этот человек сделал для обороны нашей Родины больше, чем мы все, присутствующие здесь». По результатам работ над первой водородной бомбой Сахаров получил звание Героя Социалистического Труда и стал лауреатом Сталинской (теперь Государственной) премии.

Следующий шаг на пути к потенциально неограниченной мощности термоядерного заряда, отметил далее Альтшулер, был сделан весной 1954 г. Сахаров и руководитель теоретической группы Яков Зельдович

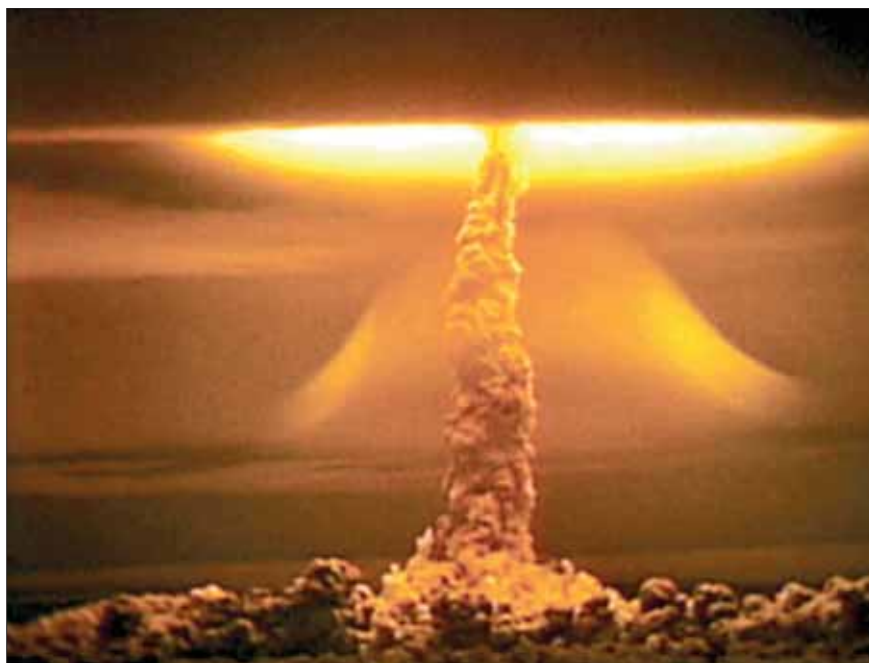
*См.: Б. Альтшулер. Сахаров, FAS и ракеты. — Наука в России, 1993, № 1 (прим. ред.).

*См.: Р. Петров. На ядерном полигоне. — Наука в России, 1995, № 1 (прим. ред.).

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



Корпус заряда знаменитой «слойки» Сахарова-Гинзбурга, испытанной на Семипалатинском полигоне 12 августа 1953 г.



Таким увидели взрыв «слойки» участники испытаний.

(академик с 1958 г.) совместно с коллегами из Арзамаса-16 предложили третью идею, подразумевавшую использование для сжатия дейтерида лития энергии рентгеновского излучения.

«В термоядерных бомбах, — пояснил Борис Альтшулер, — моделируются процессы, происходящие в недрах Солнца и других звезд, — из-за чего они горячие и светятся. Суть третьей идеи заключалась в двухступенчатой конструкции и использовании электромагнитного излучения атомной бомбы, служащей запалом для обжатия дейтериево-тритиевого «рабочего ядра» термоядерного устройства. Давления в миллионы атмосфер и температуры в миллионы

градусов достигаются с использованием, образно говоря, давления света, впервые экспериментально измеренного в 1899 г. Петром Лебедевым, именем которого назван ФИАН. Идея, на первый взгляд, лежала на поверхности. Но, как часто повторял Сахаров, «нереализованная идея — еще не идея».

Действительно, представим себе, что должно произойти с контейнером, в котором взорвана атомная бомба (первая ступень). Он мгновенно «испарится». Так вот это «мгновение» должно продолжаться существенно дольше, чем время, за которое излучение взрыва распространится со скоростью света внутри конструкции и, отразившись от стенок, сожмет водо-

**Испытание двухступенчатой
водородной бомбы
на Семипалатинском полигоне
22 ноября 1955 г.**



родное ядро, инициируя термоядерный синтез с гораздо большим выделением энергии. Тут без точных теоретических расчетов не обойтись. Решают не секунды, а миллиардные их доли: что произойдет раньше — конструкция будет уничтожена взрывом первой ступени или же успеет сработать вторая ступень?

Борис Альтшулер, подчеркивая особое мышление Сахарова, проявлявшееся в этих сложнейших расчетах, привел один яркий эпизод, о котором Яков Зельдович незадолго до кончины в 1987 г. рассказал сотруднику ФИАНа Игорю Дремину. В 1954–1955 гг. в процессе конструирования сверхбомбы, сообщил тот, возникла необходимость получить некую критически важную цифру. А поскольку правительственные сроки были жесткие, то «объекту» поставили задачу сделать это в течение месяца. Задание дали двум теоретическим группам (Зельдовича и Сахарова) и двум экспериментальным. Каждая работала, не зная о том, что параллельно ту же задачу выполняют и другие коллективы. Впрочем, Зельдович обладал этой информацией, но молчал. Проведя с коллегами многочисленные расчеты, он так и не смог найти искомую величину. Спустя месяц поинтересовался у Сахарова, есть ли результаты. Андрей Дмитриевич признался, что прикинул и оценил ожидаемую цифру. Тогда Зельдович попросил написать ее на доске и закрыл число ладонью. Вызванные им поочередно руководители двух экспериментальных групп воспроизвели свои «достижения», и он прикрыл их второй рукой. А когда убрал ладони с доски, оказалось, что все три цифры совпали. «Каким образом Сахаров угадал правильный результат, — попытожил Альтшулер, — так и осталось загадкой. И это не единственный случай такого рода. Вероятно, именно поэтому Зельдович говорил: «Мой мозг — это компьютер, который работает в 10 раз луч-

ше мозга обычного человека. Мозг Сахарова невозможно классифицировать, он иначе устроен».

Расчетно-теоретические работы по двухступенчатой водородной бомбе были закончены к лету 1955 г. А в ноябре заряд успешно испытали на Семипалатинском полигоне. Разработчики получили высокие награды. Сахаров стал дважды Героем Социалистического Труда.

Однако аналогичную конструкцию сверхбомбы потенциально неограниченной мощности несколько раньше, в 1951 г., предложили и в США. Речь шла о схеме Улама-Теллера, названной по именам создателей, упомянутых в этом обзоре. Поэтому на Западе весьма распространено мнение, что «третью идею» Сахаров и его коллеги в 1954 г. «заимствовали» у американских ученых с помощью разведки. «Эти утверждения носят явно антинаучный характер, — комментировал Альтшулер. — Дискуссия о роли разведанных в создании советской водородной бомбы не утихает уже ряд лет, но суммарный, ни у кого, насколько мне известно, не вызывающий возражений вывод из всего массива публикуемой информации, состоит в следующем: наше руководство хотя и знало о гигантской, не достигнутой в СССР мощности первого американского термоядерного устройства «Майк» (ноябрь 1952 г.) и последующей серии испытаний экспериментальных образцов в ходе операции «Castle» (март-май 1954 г.), однако не получало разведанных о применении в конструкциях этих зарядов принципиально новой схемы Улама-Теллера. Именно по этой причине выдвинутое весной 1954 г. теоретиками Арзамаса-16 предложение переключиться на разработку «третьей идеи» было первоначально воспринято как авантюра и встретило жесткую оппозицию руководителей министерства».



Корпус авиационной бомбы для экспериментального заряда в 100 Мт, испытанной на половину мощности 30 октября 1961 г. над Новой Землей.

Их можно понять: направление работ по совершенствованию первой советской водородной бомбы — «слойки» Сахарова и Гинзбурга — было утверждено постановлением правительства в ноябре 1953 г. после успешного ее испытания, а тут ученые вздумали «корректировать» орган государственной власти. Очевидно, если бы руководство обладало необходимыми разведанными, то само настаивало бы на разработке «третьей идеи». Но события развивались по другому сценарию, и логичный вывод из него состоял в том, что идея использования двухступенчатой конструкции с применением радиационного обжата родилась независимо в США и в СССР. Однако советским ученым было проще ее воплощать, поскольку в запасе у них уже была вторая ступень конструкции. У американцев же водородной бомбы типа «слойки» не было никогда, утверждал Альтшулер, поэтому их путь от атомного к термоядерному оружию оказался сложнее и занял больше времени.

Создание серийных образцов термоядерного оружия проходило с участием больших научных коллективов. Этой работой занимались не только в Арзамасе-16, но и в созданном в 1955 г. в Челябинске-70 Научно-исследовательском институте 1011 (ныне Всероссийский институт технической физики). Там в 1957 г. под руководством главного конструктора ядерного центра Кирилла Щелкина (член-корреспондент АН СССР с 1953 г.), Евгения Забабахина (академик с 1968 г.), Льва Феоктистова (академик с 2000 г.) и доктора физико-математических наук Юрия Романова создали конструкцию термоядерной бомбы, которую можно было ставить на вооружение. А позже в Арзамасе-16 молодые физики, ученики Сахарова и Зельдовича, Юрий Трутнев (академик с 1991 г.) и Юрий Бабаев (член-корреспондент АН СССР с 1968 г.) внесли существенное усовершенствование в конструкцию водородного заряда, что, по словам Сахарова, «определило весь дальнейший ход работы на «объекте».

Завершением одного из важнейших этапов оружейного проекта стало создание самой мощной в истории человечества 100-мегатонной термоядерной бомбы (длина конструкции — 8 м, ширина — 2,1 м, вес — 27 т). Испытание этого устройства, названного на Западе «царь-бомбой», проходило 30 октября 1961 г. на Новой Земле*, во время работы XXII съезда КПСС. Подрыв произошел в пределах ядерного полигона на высоте 4500 м. Мощность взрыва составила около 50 Мт в тротиловом эквиваленте (оценочно, это 25% от энергии, выделившейся при катастрофическом извержении индонезийского вулкана Кракату в 1883 г.). Ядерный «гриб» поднялся на высоту 64 км, ударная волна, возникшая в результате, 3 раза обогнула земной шар, а ионизация атмосферы стала причиной помех радиосвязи на сотни километров от полигона в течение одного часа. Нельзя не признать явной корреляции этого эксперимента с заключением Договора о прекращении всех испытаний на земле, в космосе и под водой, подписанного СССР, США и Великобританией 6 августа 1963 г. За цикл работ над супербомбой Сахаров в 1962 г. получил третью звезду Героя Социалистического Труда.

*См.: А. Кокошин. Ядерное сдерживание и национальная безопасность России. — Наука в России, 2000, № 1 (прим. ред.).

По материалам Агентства научной информации «ФИАН-информ», 14 декабря 2010 г.

*Иллюстрации из фонда музея
Всероссийского научно-исследовательского института
экспериментальной физики (г. Саров)*

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

«ГЛАВНАЯ УЛИЦА» РОССИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ



Член-корреспондент РАН Геннадий РОЗЕНБЕРГ,
директор Института экологии Волжского бассейна РАН
(г. Тольятти)

Волга – самая протяженная и полноводная река Европы, в значительной мере определяющая хозяйственное развитие крупнейшего региона России. Каково ее «самочувствие» и всего Волжского бассейна сегодня? Ответ на этот вопрос включает очень многие факторы. Их попытались учесть отечественные разработчики экспертной информационной системы, собравшей воедино большой массив соответствующих эколого-экономических параметров.

Средняя и нижняя Волга (снимок из космоса).



Научно-исследовательское
судно «Биолог»
Института экологии
Волжского бассейна РАН.

Масштаб изучаемого объекта помогает представить статистическая информация. Вот некоторые данные. Протяженность Волги (ее недаром называют «главной улицей» России) — 3,5 тыс. км, в нее впадают 2,6 тыс. рек и речек, в Каспийское море она ежегодно приносит примерно 250 км³ воды. Ее бассейн на 1910 км простирается с севера на юг и на 1805 км (в верхней части) — с запада на восток, а общая его площадь 1,36 млн км² (62% европейской части нашей страны). Сегодня тут проживают более 40% населения России, здесь производится 45% всей промышленной и 50% сельскохозяйственной продукции.

К сожалению, расположенные по бережьям заводы и фабрики используют реку в качестве бесплатного приемника сточных вод — ежегодно в нее и притоки сливается до 20% от общего их объема, в атмосферу густонаселенных городов Поволжья попадает почти 30% всех вредных веществ от общей массы их выбросов в стране. Нельзя не отметить и такой экологический фактор: на той же территории во второй половине XX в. произведено 26 «мирных» ядерных взрывов (в целях решения проблем народного хозяйства) или почти 20% общего их числа в Советском Союзе. Следствием всех перечисленных хронических нагрузок стало устойчивое загрязнение воды и донных отложений.

Русло Волги и ее притоки расположены по низменностям и лишь в некоторых местах река прорезает возвышенности (например, Самарская Лука в

районе Жигулевских гор). И равнинный в основном рельеф местности определил масштабы затопления при возведении каскада ГЭС. Появление плотин на Волге (их построено 11, протяженность всех водохранилищ составила 3 тыс. км, их полный объем достигает 144 км³, под водой оказалось свыше 20 тыс. км² плодородных пойменных земель) привело к превращению в прошлом естественной речной экосистемы в техногенную, в основном озерную. Из-за плотин уже десятки лет во время весеннего половодья и при летне-осенних дождевых паводках в реку смыывается вся «грязь» с водосбора.

Указанные преобразования в целом по воздействию представляют собой крупномасштабную экологическую катастрофу, коренным образом изменившую условия существования местной природы. Зарегулирование стока в результате строительства гидротехнических сооружений (плотин, водозаборов), загрязнение, избыточный промысел рыбы привели к существенному снижению объемов и качества ее уловов. Были утеряны самые ценные виды из числа осетровых, сельдевых и лососевых, изменились условия миграций тех видов, которые сумели сохраниться. Их ход на нерест против течения приостанавливается плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства, а покатные (т.е. по течению) заканчиваются гибелью рыб в турбинах ГЭС и водохранилищах.

Приведем пример негативной динамики. Известный специалист в области рыбоводства Виктор



Нарушения морфологии глаз:
отсутствие одного глазного яблока у леща.



Нарушения морфологии челюстей:
недоразвитие нижней челюсти у плотвы.

Мейснер в 1920 г. писал: уловы только стерляди на средней Волге в 1913 г. составляли порядка 16,5 тыс. ц. Спустя три с половиной десятилетия тот же отрезок реки (в пределах будущего Куйбышевского водохранилища, созданного в 1955-1957 гг. после сооружения плотины Жигулевской ГЭС) представлял собой район, где средняя годовая добыча разных видов рыб составляла 22,8 тыс. ц, или около 24 кг на 1 га водной поверхности. Спустя полвека эти оценки уменьшились в 3,5 раза — 7,3 кг/га, а в 2009 г. в Куйбышевском водохранилище было добыто всего 2,9 тыс. ц рыбы (2,6 кг/га).

Зарегулирование стока привело к разрушению популяционной системы воспроизводства проходных видов рыб. После появления в 1950-х годах плотины Волжской ГЭС (около 700 км от Каспийского моря) для них оказались отрезанными практически 100% нерестилищ белорыбицы и белуги, 85 — осетра и 70% проходных сельдей. Из 3,6 тыс. га естественных нерестилищ осетровых осталось только около 400 га (чуть более 10%). Мало того, лишь на двух плотинах (Волжской и Саратовской) есть рыбопропускные сооружения. Однако эффект от них практически отсутствует, ибо большая часть вышележащих нерестилищ заилена, и осетровые туда не попадают.

Современное крупномасштабное водопотребление ведет как к непосредственному (связано с гибелью мелких рыб, в основном молоди в водозаборных сооружениях), так и косвенному (в связи с повреждением среды обитания) уничтожению этих ценных ресурсов. В зависимости от объемов изъятия стока



Нарушения морфологии туловища:
а — сильное искривление позвоночника
в хвостовом отделе у густера; б — у синца.



оно оборачивается гибелью речных и эстуарных (приустьевых) экосистем, деградацией или даже гибелью биотических сообществ конечных водоемов, т.е. внутренних морей (в нашем случае — Каспия), снижением численности популяций отдельных видов и их исчезновением. Вот почему оценка и мониторинг воздействия плотин и водозаборных сооружений на миграцию рыб и их естественное воспроизводство, разработка способов и устройств с целью их охраны актуальны для устойчивого эколого-экономического развития территорий Волжского бассейна. Кстати, переход его на этот путь будет во многом определять устойчивое развитие России в целом (именно в том понимании, как оно было сформулировано в материалах конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей в Рио-де-Жанейро в 1992 г.).

Движение по этому пути требует компетентных управленческих решений. И важнейшее условие их выбора — наличие информационного обеспечения, что предполагает, в частности, разработку показателей техногенного воздействия на экосистемы, критериев оценки их состояния. Заметим, что проблема количественных и качественных критериев устойчивого развития признана в настоящее время столь

Отбор проб на малых водоемах.

важной, что ряд стран (США, Великобритания, Бельгия и др.) открыли специальные институты, занимающиеся разработкой и обоснованием таких показателей.

Особую роль в этом контексте приобретают методы биоиндикации (оценка качества природной среды, основанная на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов биоты) и биомониторинга (система контроля за состоянием биологических объектов), позволяющие отследить возможное негативное действие самых разных факторов, например, хронического загрязнения водоема тяжелыми металлами, пестицидами, радионуклидами и пр. Именно интегральный подход представляется наиболее эффективным для оценки устойчивого развития территорий разного масштаба.

Коллективом авторов, представляющих институты РАН биолого-экологического профиля из Тольятти, Оренбурга, Москвы, а также Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, предложены теоретические основы устойчивого развития эколого-экономических систем, созданы и внедрены новые методы биоиндикации и биомониторинга.

В экспертной информационной системе «Region» (основные разработчики — автор данной статьи и доктор биологических наук Владимир Шитиков, Институт экологии Волжского бассейна РАН) впервые реализована динамическая модель территории, отражающая пространственно-временную структуру, состояние и взаимосвязи между отдельными элементами экосистемы. Объектом анализа может быть как отдельная административно-территориальная единица (город, область, край, республика), так и любая выделенная формальным или неформальным путем часть земной поверхности (природно-климатическая зона, бассейн реки и т. д.). В нашем институте созданы экспертные системы для Волжского бассейна в целом, Самарской, Ульяновской и Нижегородской областей, Республики Башкортостан, а также для города Тольятти и карьера «Яблоневый овраг» на территории национального парка «Самарская Лука» в районе Жигулевских гор.

В частности, проведенная впервые в конце прошлого века с помощью указанного инструментария комплексная оценка первичной биологической продуктивности Волжского бассейна и полученные зависимости позволили спрогнозировать ее изменения при реализации сценариев потепления климата. По полученным результатам видно: в сравнении с базовым периодом (средние значения за XX в.) уровень биопродуктивности на этой территории возрастает. Так, в 2030 г. при увеличении средних значений температуры июля по бассейну на 2°C и среднегодовых осадков на 110 мм рост составит 2,4 т/га в год, а в 2050 г. при повышении средней температуры июля на 2,8°C и среднегодовых осадков на 170 мм

**Динамика вселения
каспийской тюльки
в водоемы бассейна Волги.**

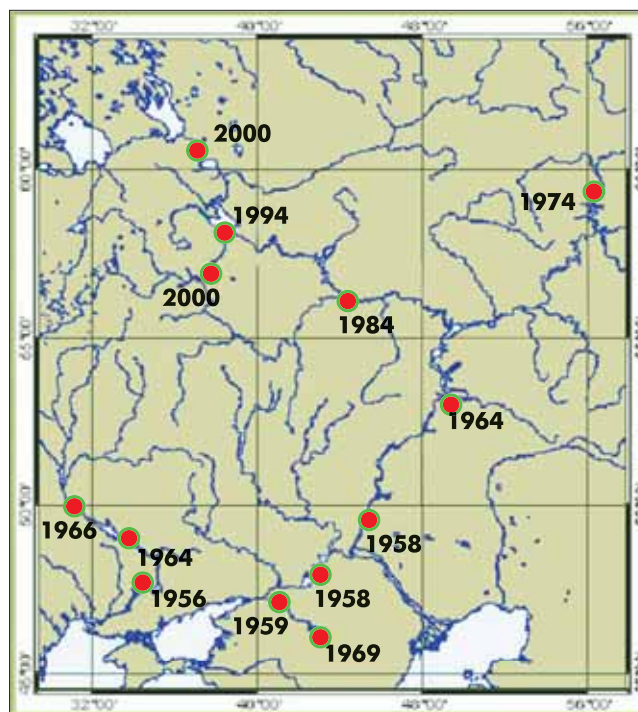
рост — 3,4 т/га в год (почти на 30% больше по сравнению с началом отсчета).

Новый подход предложен и для оценки состояния здоровья среды (руководитель работ по программе «Биотест» — заведующий лабораторией Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (Москва), член-корреспондент РАН (с 2000 г.) Владимир Захаров). Особенность его в том, что используются не экосистемные и популяционные параметры (чаще всего продукционные характеристики), а показатели развития организмов разных видов. Нарушения гомеостаза (морфогенетического, цитогенетического, иммунологического, физиологического, токсикологического, биохимического и др.) выражаются в изменении различных параметров функционирования живых существ и служат надежными индикаторами здоровья среды.

Так, физиологический статус растений (модельными выступали береза повислая и клевер луговой) оценивался люминесцентными методами, позволяющими получить информацию о состоянии фотосинтетического аппарата. Разносторонняя характеристика иммунологического гомеостаза рыб (лещ, плотва, красноперка), земноводных (озерная лягушка) и млекопитающих (рыжая полевка и малая мышь) давалась путем анализа морфологии клеток крови, функциональной активности иммунной системы и др. Все использованные показатели дали скоррелированный ответ, свидетельствующий о тревожной ситуации в районах повышенного антропогенного воздействия (достигая вблизи химических предприятий 3–4-го балла по 5-балльной шкале отклонений от нормы).

Обоснованы новые микробиологические методы оценки экологического состояния водных объектов (руководители исследований — директор Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (Оренбург) член-корреспондент РАН, академик РАН Олег Бухарин и заведующая лабораторией того же института доктор биологических наук Наталья Немцева). Водные микроорганизмы (простейшие, бактерии, водоросли), составляющие первичное звено экосистем, — наиболее информативная диагностическая компонента биоты. В таких исследованиях принято опираться на количественные показатели: общее число особей, видовое разнообразие, биомассу. Вместе с тем информативными оказались и качественные — по ним можно выявлять сдвиги, предшествующие необратимым изменениям природной среды. Вот почему характеристика микробиоценозов, взаимодействующих с гидробионтами и продуцирующих биологически активные вещества, значительно расширяет возможности гидробиологии.

Сообщество гидробионтов рассмотрено в рамках оригинальной концепции ассоциативного симбиоза,



за, включающего хозяина, доминантов и сопутствующую микрофлору (например, ассоциации простейших с бактериями или водорослями и, наоборот, водорослей с бактериями и пр.), что позволило оценить их взаимоотношения и биоиндикационную роль. Патентованы методы, пригодные для выделения чистых культур водорослей, галофильных жгутиконосцев и микроорганизмов-деструкторов (микроскопические грибы, бактерии, дрожжи и др., способные быстро адаптироваться к специфике загрязнения), определения биологических свойств гидробионтов. Для биоиндикации состояния ряда водоемов Волжского и Уральского бассейнов предложены, апробированы и также запатентованы способы оценки состояния природных биоценозов, определения сапробности (количества органики в воде), уровня трофности (биопродуктивности водоема в зависимости от этой органики) и свежего фекального загрязнения. Для оценки последнего разработан новый экспресс-метод: анализ активности кишечных палочек позволяет эффективно судить об органическом происхождении большинства привносимых в водоем бактерий.

За почти 40-летний период исследований разработаны теоретические основы и оригинальные экологические и поведенческие способы защиты рыб от попадания и гибели в гидротехнических сооружениях (руководитель исследований — директор Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН академик Дмитрий Павлов). Показано, что миграции рыб (нерестовые — производителей, покатыные — молоди) интегрированы в пределах их ареалов системами течений. Это позволило дать оценку влияния плотин волжских ГЭС и загрязне-



Анализ проб фитопланктона.

ния водохранилищ на процессы естественного воспроизводства популяций рыб и предложить стратегии их сбережения. Выделены две наиболее перспективные группы способов защиты: экологические (прежде всего регулирование водопотребления) и поведенческие (основаны на использовании реакций, связанных с работой рецепторов зрения, слуха, органов боковой линии, осязания и пр.). На практике применяются раздражители — в этой роли выступают специальные технические устройства (например, создание в водной среде с помощью токопроводящих электродов защитного электрического поля при синхронной подаче световых или ориентирующих звуковых сигналов), вызывающие у рыб реакцию испуга с последующим уходом из зоны действия водозабора.

Еще одна острая проблема — инвазии* чужеродных видов во внутренние водоемы. Их влияние особенно усилилось во второй половине XX в., когда расширение ареалов и проникновение живых организмов в новые сообщества проходило на фоне общих клима-

тических и антропогенных изменений (например, вселение и массовое размножение в конце 1990-х годов в Каспии гребневика (медузы) мнемииописа, существенно подорвавшего кормовую базу промысловых рыб). Можно смело сказать, что сегодня биологические инвазии стали глобальной проблемой. Во многих случаях виды-вселенцы, вступая в контакты с популяциями видов-аборигенов, существенно преобразуют структуру биоценозов, что приводит к экологическим, экономическим, а иногда и социальным последствиям.

Начиная с 2001 г. впервые в России проведен большой комплекс изысканий по биологическим инвазиям (руководитель — заместитель директора Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова член-корреспондент РАН Юрий Дгебуадзе). Установлено, что в настоящее время более 25% гидробионтов бассейна Волги — чужеродные виды (в том числе моллюск дрейссена из бассейна Буга, дальневосточный мохноногий китайский краб, попавший, скорее всего, вместе с балластными водами судов «река-море», рыбы головешка-ротан, бычок-цуцик, бычок-головач из Каспия; каспийская тюль-

*Инвазии — вселение новых видов на территории, где они ранее отсутствовали (прим. ред.).

**Лабораторные исследования
качества воды.**

ка так прижилась в Рыбинском водохранилище, что на нее уже есть план вылова — до тысячи центнеров). Создана концептуальная модель оценки риска инвазий во внутренние водоемы, разработаны информационные системы по видам-вселенцам, подготовлены базы данных по основным группам чужеродных организмов бассейна Волги, представленные, в частности, на сайте Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН: <http://www.sevin.ru>.

Сотрудниками нашего института оценено воздействие загрязнения водной среды на процесс естественного воспроизводства рыб средней и нижней Волги. Так, в 1988 г. вызванное им массовое заболевание — кумулятивный политоксикоз — привело к резкому сокращению численности осетровых в Каспийском море. Экологи под руководством доктора биологических наук Игоря Евланова изучили морфологические уродства, встречающиеся у личинок и половозрелых видов рыб волжских водохранилищ. Подчеркну: у последних такие патологии обнаруживаются крайне редко, поскольку мальки в большинстве своем при этом не доживают до взрослого состояния. Чаще всего отмечаются нарушения строения боковой линии рыб, но эта аномалия не оказывает заметного влияния на их жизнеспособность.

Всего же у личинок рыб выявлено 62 вида морфологических уродств, затрагивающих жизненно важные органы: встречаются личинки без глаз, с одним или тремя глазами, отсутствием челюстей, жаберных крышек, трехкамерным плавательным пузырем и т. п. Для сравнения: в 1937 г., когда влияние загрязнения воды было минимальным, известный генетик Валентин Кирпичников у молоди рыб Волго-Ахтубинской поймы отмечал всего 8 морфологических уродств, их частота не превышала 5%. Можно считать, что эта цифра характеризует естественный фон патологий, который может встречаться в любой природной популяции рыб.

Наши многолетние исследования показали, что в наихудшем положении оказались водоемы именно Волго-Ахтубинской поймы. В период с 1996 по 2002 г. были взяты пробы молоди рыб с 40 местных нерестовых участков; частота морфологических уродств там колебалась от 23 до 100%, а 5 обширных нерестилищ нами были отнесены к зонам экологического бедствия. Тревожная ситуация и в Волгоградском, Саратовском и Куйбышевском водохранилищах: здесь у молоди с различных нерестилищ частота морфологических уродств колебалась в пределах от 13 до 91%. Итог хронического токсикоза — снижение численности ежегодного пополнения и, соответственно, промыслового запаса рыб.

И другая проблема — «экологическая паспортизация» малых водоемов и водотоков (руководители работ — доктора биологических наук Давид Гелашвили, заведующий кафедрой Нижегородского государ-



ственного университета им. Н.И. Лобачевского и Татьяна Зинченко, заведующая лабораторией нашего института). Некоторые из них уже давно стали предметом тщательного изучения — показательна в этом плане система озер Кабан в Казани, история исследования которых насчитывает 200 лет. Тем не менее лишь в конце XX — начале XXI в. в Нижнем Новгороде и Тольятти были созданы информационные системы для комплексной оценки экологического состояния городских водоемов — они оформляются в виде соответствующих паспортов. По сути это научно-технический документ, включающий все данные о состоянии водного объекта, его рекреационных ресурсах и существенно облегчающий контроль за ним. Например, в рамках «Программы охраны окружающей природной среды Нижнего Новгорода до 2010 г.» обследовано около 30 водных объектов, на них впервые в Российской Федерации составлены экологические паспорта.

Последнее направление нашего поиска — оценка качества биоиндикаторов (руководители работ Олег Бухарин, Владимир Захаров, Татьяна Зинченко и Геннадий Розенберг). Все предложенные авторским коллективом методы биомониторинга были апробированы в ходе комплексных исследований реки Чапаевки (Самарская область) — одной из самых антропогенно загрязненных рек России (здесь находились заводы по производству химического оружия, отходы которых сливали напрямую в реку). Показа-



Взятие проб с помощью батометра.

на эффективность предложенных подходов, выявлены наиболее работоспособные индикаторы.

И в заключение. Устойчивое развитие невозможно без сохранения «здоровья» биоты. О необходимости заботы о ней дают знать экологические катастрофы. Так, 30 августа 2003 г. при загрузке танкера «Виктория» у причала нефтебазы в г. Октябрьске (Самарская область) произошла утечка в Саратовское водохранилище около 3 т сырой нефти, в результате чего пострадали нерестовые участки. Спустя 6 лет, 13 июля 2009 г., из-за аварии нефтеналивной баржи «Бельский-75» в то же водохранилище попало около 9,5 т мазута. Но это — ситуации аварийные, привлекающие к себе повышенное внимание. На самом же деле загрязнение Волги идет ежедневно, негативная динамика не остановлена, что и является свидетельством нарастающей экологической катастрофы.

Исправление негативных последствий требует огромных усилий и затрат, превентивные меры много дешевле. Конечно, большинство экосистем могут функционировать и в условиях высокой антропогенной нагрузки, но при этом обычно не учитывается,

что живые существа в них, включая человека, могут быть серьезно больны. Биоиндикация и биомониторинг многочисленных побочных эффектов воздействия на экосистемы позволяет оценить границы, за пределами которых наступят необратимые изменения. Более широкое использование предлагаемых подходов в полной мере соответствует духу экологической доктрины России.

За разработку научных основ и внедрение комплекса методов биомониторинга для устойчивого эколого-экономического развития территорий Волжского бассейна коллектив авторов (руководитель Геннадий Розенберг) удостоен премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2010 г.

Иллюстрации предоставлены автором

ПЕРМСКАЯ ФЛОРА: ЗАГАДКИ И ПАРАДОКСЫ

Доктор геолого-минералогических наук
Сергей НАУГОЛЬНЫХ,
Геологический институт РАН

Мазуевское местонахождение ископаемых растений раннепермского, а точнее – кунгурского (273-269 млн лет назад) возраста было открыто несколько лет назад, примерно в 180 км к юго-востоку от города Перми, благодаря изучению протяженного обнажения песчаников и глинистых сланцев на склоне левого берега реки Сылвы между деревней Мазуевка и селом Черный Яр. Хотя образцы древних растительных остатков из этих мест попадали в палеоботанические коллекции и ранее, они происходили из небольших обнажений и были единичными. Недавние, гораздо более многочисленные находки ископаемых растений позволили по-новому взглянуть на формирование этого местонахождения.

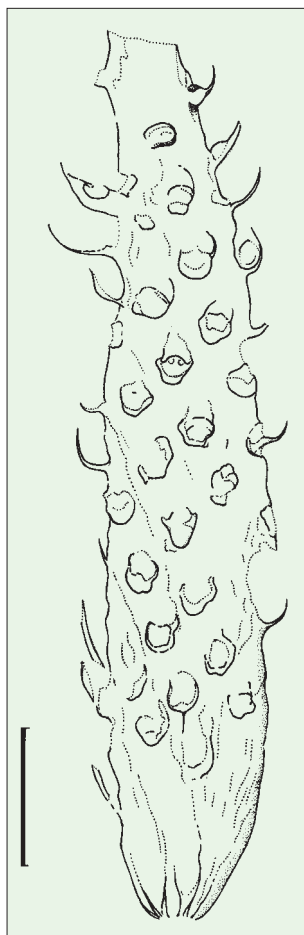
ИЗ БИОСФЕРЫ – В ЛИТОСФЕРУ

Вначале расскажем о тафономии, ибо она и ее понятийный аппарат особенно востребованы при изучении палеоботанических находок* на территории Пермского края.

Основы этой науки как самостоятельной дисциплины о закономерностях образования захоронений орга-

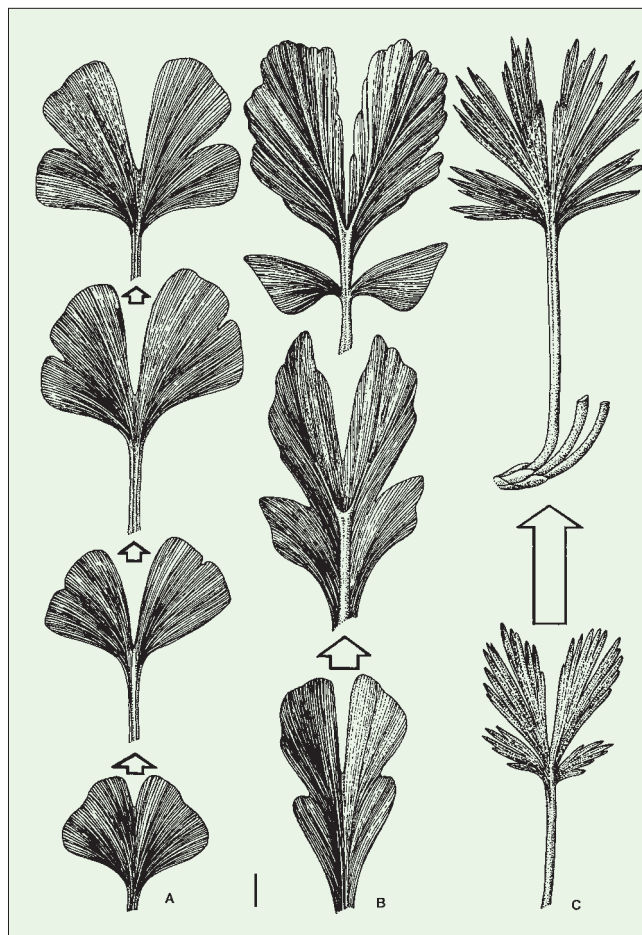
*См.: С. Наугольных. Семь шагов в палеозое. – Наука в России, 2005, № 5 (прим. ред.).

нических остатков были заложены в 1940-х годах доктором биологических наук Иваном Ефремовым – выдающимся российским палеонтологом и замечательным писателем-фантастом. В фундаментальном труде «Тафономия и геологическая летопись» (1950) он подробно проанализировал предпосылки обособления тафономии в ряду наук геолого-биологического цикла, привел обобщенную типологическую схему местонахождений наземных позвоночных (что неувиди-



Одна из находок в Мазуевке: побег гетероспорового плауновидного, относящегося к новому виду и роду. (Длина масштабной линейки на данном и других рисунках – 1 см.)

Изменение морфологии листовой пластинки в ходе онтогенеза у примитивного гинкгофита *Kerpia macroloba* Naug. (A), прегинкгофитов *Psygmophyllum expansum* (Brongniart) Schimper (B) и *Bardia mauerii* Zalesky (C), остатки которых характерны для кунгурских отложений Среднего Приуралья.



тельно, поскольку сам он занимался в основном изучением позднепалеозойских и мезозойских наземных тетрапод), методологические основы реконструкции их образа жизни, а также ландшафтов, где они обитали.

Одной из ключевых иллюстраций в упомянутой книге служит схема, на которой красноречиво продемонстрирована выборочность захоронения органических остатков, прямо отражающаяся в дальности их переноса. Ефремов наглядно показал, что самые крупные и тяжелые остатки обычно сохраняются недалеко от места непосредственной гибели животного, а более легкие переносятся водным потоком дальше. Кстати, для растений эта закономерность не подтверждается, так как крупные стволы разносятся потоками и течениями очень далеко от места, где они первоначально произрастали.

Обычно весьма консервативное палеонтологическое сообщество с воодушевлением восприняло публикацию «Тафономии...». Более того, знамя новой науки было с энтузиазмом поднято и за рубежом.

Разумеется, тафономические методы важны не только для изучения позвоночных, но и для выяснения условий захоронения ископаемых растений, о чем Ефремов в своей монографии неоднократно упоминал. И вот тут самое время обратиться к непосредственной теме настоящей статьи.

НАД ПОЙМОЙ СЫЛВЫ

Первые массовые сборы остатков древних растений недалеко от деревни Мазуевка были сделаны в 2008-2009 гг. сотрудниками Кунгурского историко-архитектурного и художественного музея-заповедника (Пермский край). Во время моей командировки в Кунгур директор музея Сергей Мушкалов и заведующая отделом природы Людмила Долгих предоставили мне возможность ознакомиться с собранной коллекцией. Уже предварительный просмотр образцов показал: поиски необходимо продолжить. И в 2009-2010 гг. мы с сотрудниками этого музея организовали совместные полевые работы в Мазуевке. В предшествующих экспедициях мне неоднократно приходилось видеть пермские отложения не только в Приуралье, но и в других регионах Северного полушария. Однако Мазуевский разрез не только порадовал новыми находками — он удивил.

Общая мощность обнаженных здесь пород — около 80 м. Нижняя часть сложена переслаивающимися тонкоплитчатыми алевролитами и аргиллитами*. Наблюдаемая толщина соответствующей пачки, условно обозначенной А, составляет 3 м. Выше зале-

*Алевролит — осадочная порода, состоящая из сцементированных обломков минеральных зерен размером 0,1-0,01 мм; аргиллит — глинистая горная порода, не размокающая в воде (прим. ред.).

Остатки женских уплощенных органов размножения *Gaussia imbricata* Naug., найденные в местонахождении Чекарда-1. Среднее Приуралье, нижняя пермь, кунгурский ярус.



Реконструкция фертильного побега одного из представителей войновскиевых с женскими уплощенными органами размножения *Gaussia imbricata* Naug, (слева). Справа – вегетативный побег с листьями *Rufforia recta* (Neuburg) S. Meyen, принадлежавший тому же материнскому растению. Среднее Приуралье, нижняя пермь, кунгурский ярус.

гает внушительная — от 40 до 50 м — пачка полимиктовых (т.е. сложенных зернами различных минералов) песчаников (В). Над ней — черные и темно-серые тонкослоистые аргиллиты (С) мощностью примерно 20 м.

Судя по литологическим особенностям, осадки, сформировавшие все три упомянутые пачки, откладывались в условиях относительного мелководья. Более существенные глубины их накопления (но вряд ли свыше 100–200 м) можно предполагать лишь для последней пачки С.

Подавляющее большинство растительных остатков в Мазуевском разрезе сосредоточено в нижней части пачки В. Таксономический состав этой флоры включает членистостебельные *Annulina neuburgiana* (Radczenko) Neuburg, *Phyllothea* sp., *Paracalamites* sp., папоротники *Pecopteris uralica* Zalessky, *P. anthriscifolia* (Goepfert) Zalessky, плауновидные, относящиеся к ранее неизвестному виду и роду и нуждающиеся в дальнейшем изучении, пельтаспермовые (они относятся к голосеменным) *Rhachiphyllum* (al. *Callipteris*) *retensorium* (Zalessky) Naug., *Gracilopteris lonchophyl-*

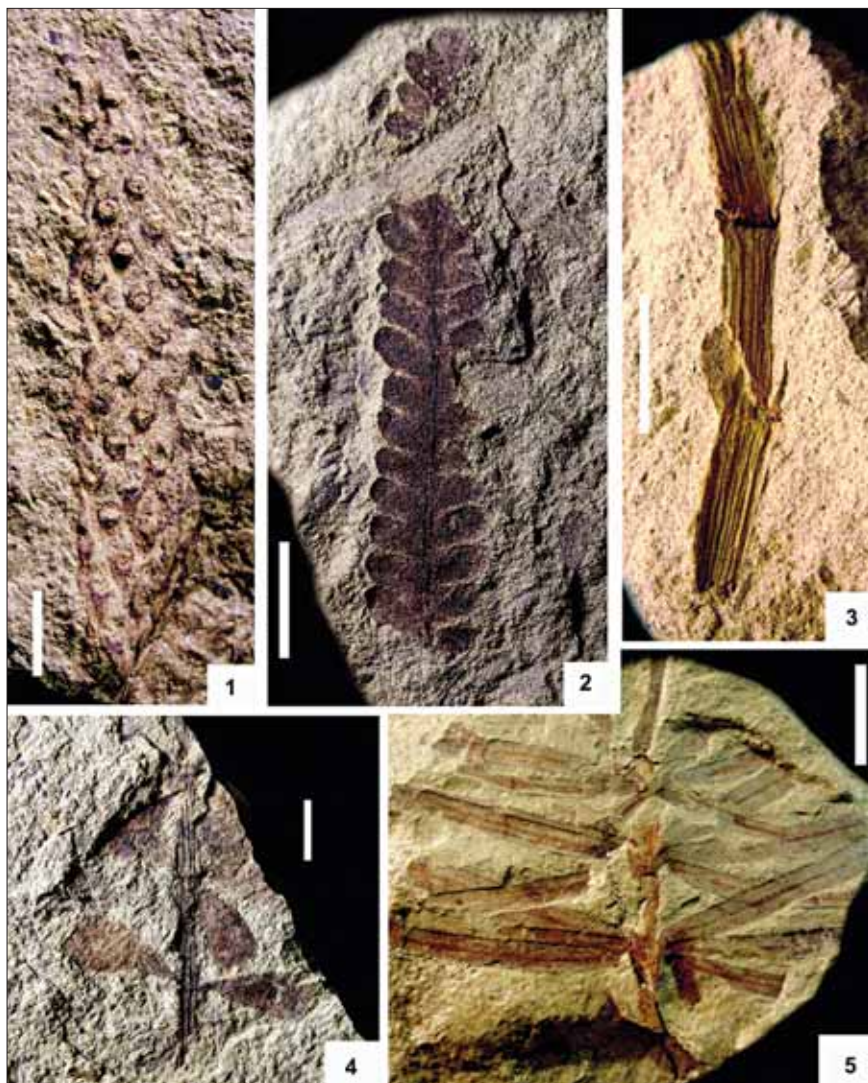
loides Naug. Здесь сохранились и прегинкгофиты* *Psygmoephyllum expansum* (Brongn.) Schimper, *P. cuneifolium* (Kutorga) Schimper, гинкгофиты *Kerpia* sp., *Karkenian* sp., войновскиевые**. В песчаниках пачки В встречаются и остатки побегов хвойных *Tylodendron* sp., *Walchia* sp.

Доминируют в местонахождении остатки прегинкгофитов — псигмофиллоидов, очень интересной группы растений, являющейся родоначальницей гинкговых, чей расцвет пришелся уже на мезозойскую эру (началась примерно 235 млн лет назад, продолжалась 170 млн лет). Экологически они и примитивные гинкговые (тоже изредка встречаются в Мазуевке) были мезофилами***, предпочитавшими средние, значит, не самые высокие, хотя и не самые

*Прегинкгофиты — предшественники гинкгофитов, почти вымершего класса голосеменных растений, с единственным современным представителем — гинкго билоба (прим. ред.).

**Войновскиевые — класс голосеменных листопадных растений, произраставших в умеренных и горных поясах Северного полушария в течение пермского периода (прим. ред.).

***Мезофилы — организмы, нормально существующие при средних температурах (20–40°C), преобладают в умеренных поясах (прим. ред.).



Споровые растения:

- 1 – гетероспоровое плауновидное, относящееся к новым виду и роду;
 2 – перо последнего порядка папоротника *Pecopteris uralica* Zalessky, относящегося к мараттиевым;
 3 – побег хвощевидного *Phyllothea* sp.;
 4 – *Sphenophyllum biarmicum* Zalessky;
 5 – облиственный побег хвощевидного *Annulina neuburgiana* (Radczenko) Neuburg. Мазуевка, нижняя пермь, кунгурский ярус.

низкие части дренируемых склонов Палеоурала, тогда обращенных к обширному, но относительно мелководному теплому морскому заливу.

ТАФНОМИЧЕСКИЙ ПАРАДОКС

Тафномически мазуевский разрез отличается от других обнажений кунгурских отложений этого региона. В Мазуевке налицо местонахождение, сформировавшееся в относительно мелководных условиях, а вот остатков водных и околородных растений в нем почему-то практически нет, хотя, казалось бы, они должны были оказаться здесь в первую очередь.

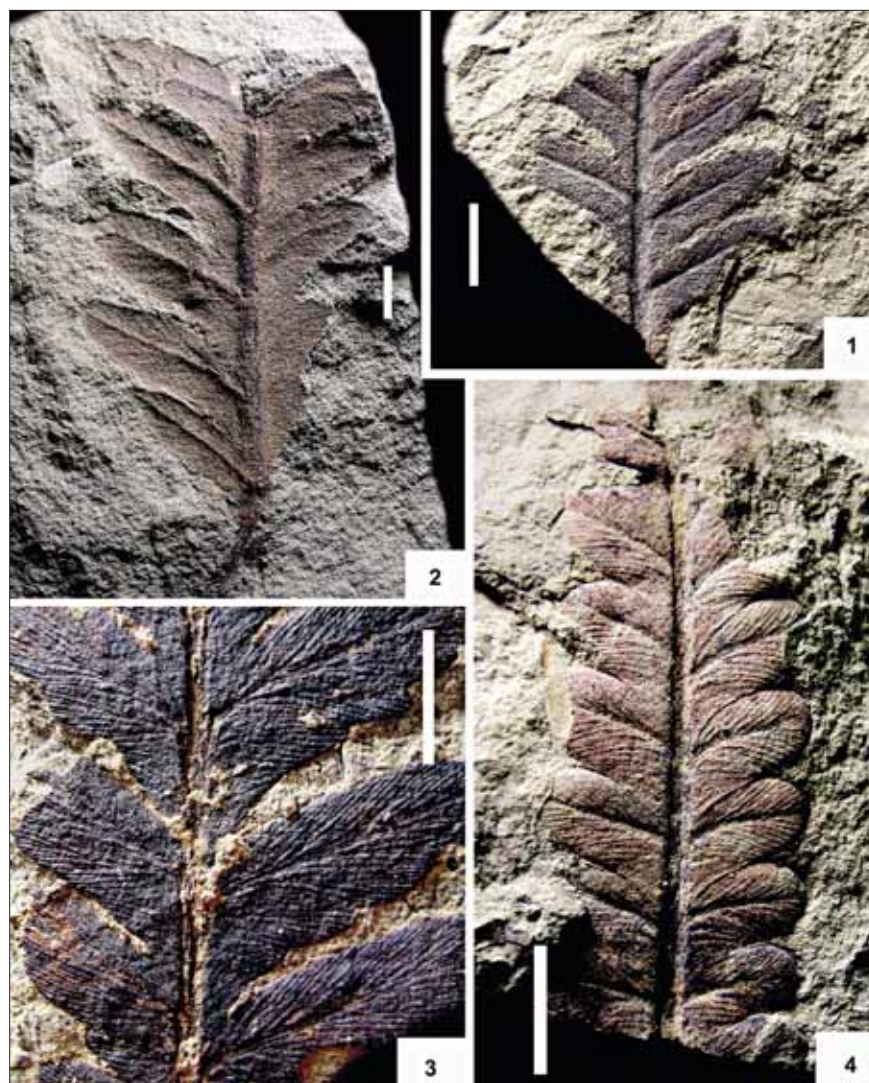
Увы, «Тафномия наземных растений», сопоставимая с работой Ефремова, пока не написана. Однако практически все палеоботаники, регулярно выезжающие в экспедиции, ведут тафномические наблюдения. Свои собственные, накопленные за многие годы полевых работ, я обобщил в палеоэкологической главе монографии «Пермские флоры Урала» (М.: Геос, 2007). Сопоставив данные по таксономическому (видовому) составу растительных остатков в тех

или иных местонахождениях, их приуроченности к осадкам определенного типа, а также основываясь на экологически значимых морфологических и микроструктурных признаках-маркерах, указывающих на условия, в которых произрастало материнское растение, я пришел к следующим выводам.

Растительность ранней перми* (точнее, кунгурского века раннепермской эпохи) в Приуралье образовывала два отчетливых сообщества, каждое из которых также было структурировано, хотя и менее четко. Одно из них, околородное, населенное преимущественно представителями различных групп хвощевидных, располагалось на пологих, нередко полузатопленных берегах водоема: морского мелководья, лагуны или озера. На более возвышенных участках побережья произрастало другое сообщество, сформированное мезофильными и ксерофильными** растениями, в основ-

*Пермский период — последний в палеозойской эре. Начало 280 ± 10 млн лет назад, продолжительность 45 млн лет (прим. ред.).

**Ксерофиты — растения, приспособленные к жизни в засушливых местообитаниях (прим. ред.).



Листья
пелтаспермовых птеридоспермов –
«семенных папоротников» (1-4),
относящиеся к виду *Rhachiphyllum*
(al. *Callipteris*) *retensorium*
(Zalessky) Naug.
Мазуевка, нижняя пермь,
кунгурский ярус.

ном представленными различными голосеменными и отдельными группами папоротников.

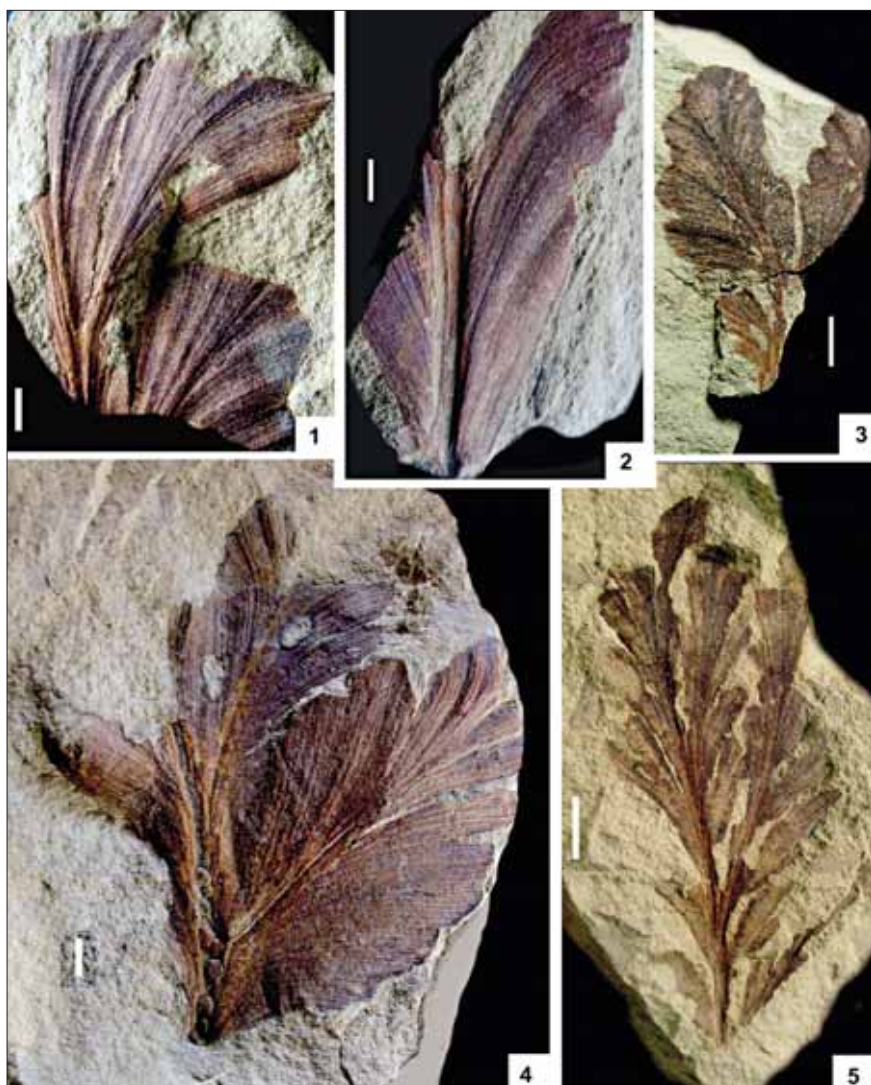
В случае с мазуевской флорой очевидно, что околотоводное сообщество здесь было очень слабо развито, зато процветали мезофилы, населявшие среднее звено и нижний сегмент верхнего звена катены*. Их остатки в местонахождении доминируют. Растений из еще более высоких частей катены тоже мало (видимо, из-за относительной дальности переноса их фрагментов). Очень немногочисленны остатки членистостебельных – паракаламитов, образовывавших главный компонент пермских околотоводных сообществ Ангарида**. Так почему же околотоводное звено в совокупности окаменелых остатков растений в Мазуевке отсутствует? Разгадка природы этого парадок-

*Катена – последовательность экологических растительных группировок, сменяющих друг друга по мере удаления от бассейна или водотока в соответствии с изменением градиента высотности (прим. ред.).

**Ангарида – материк, существовавший на месте Северной Азии в течение второй половины палеозойской и части мезозойской эр; отделялся от Гондваны морем Тетис (прим. ред.).

са лежит в реконструкции общей палеогеографической и палеоландшафтной ситуации, имевшей место в Приуралье в раннепермскую эпоху.

В условиях последних фаз горообразовательных движений в эпоху позднего палеозоя отдельные сегменты Палеоурала, точнее, его берегового хребта, выходившего к располагавшемуся западнее морскому заливу, испытывали быстрые, однако низкоамплитудные поднятия. И, естественно, условия для произрастания околотоводной растительности на площади такого приподнятого сегмента или тектонического миниблока исчезали, а околотоводные растения в его пределах вымирали почти полностью. Исключение составляли сообщества влаголюбивых растений, находившиеся около водотоков. А вот мезо- и ксерофиты получали конкурентные преимущества. Изменение базиса эрозии отражалось и на характере накопления осадков: вместо тонкослоистых и тонкозернистых кунгурских аргиллитов, алевролитов и мергелей, откладывавшихся в мелководных лагунах, начинали формироваться мощные толщи средне- и грубозернистых полимиктовых



Листья прегинкгофитов,
доминирующих в мазуевском
местонахождении.
1-4 – *Psygmophyllum expansum*
(Brongniart) Schimper;
5 – *Psygmophyllum intermedium* Naug.,
sp. nov. (in manuscr.).
Мазуевка, нижняя пермь,
кунгурский ярус.

песчаников, нередко с прослоями гравелитов и конгломератов, состоявших из обломков уральских пород.

Итак, Мазуевское местонахождение растительных остатков образовалось в условиях высокой гидродинамики при активном сносе кластического (раздробленного) материала с предгорий Палеоурала и, возможно, характеризует время развития флоры дренируемых горных склонов, а не околководного морского побережья. В этом, видимо, и кроется ключ к разгадке рассматриваемого феномена. Такая тафономическая ситуация могла возникнуть лишь в том случае, когда первое звено катены, состоящее из околководного сообщества, отсутствовало из-за неблагоприятного для его развития ландшафта. В относительно грубозернистых осадках преобладали остатки мезофильных растений.

ВОЙНОВСКИЕВЫЕ – НОВЫЙ КЛАСС ГОЛОСЕМЕННЫХ

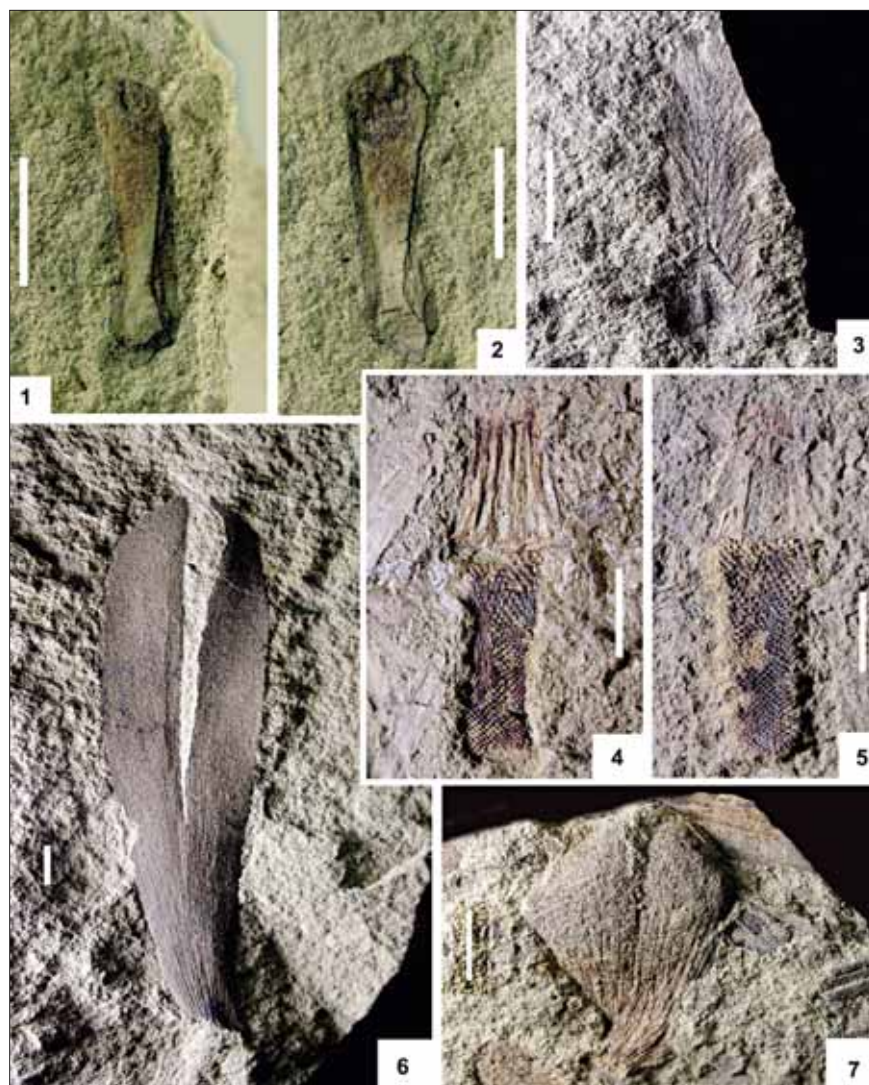
Парадоксально, но относительно низкое таксономическое разнообразие изучаемой растительности

(по сравнению, например, со всемирно известной флорой местонахождения Чекарда-1, расположенного также на левом берегу Сылвы, в 60 км выше по течению от Мазуевки) позволяет прояснить некоторые важные вопросы, касающиеся понимания биологических особенностей древних растений, принадлежавших к давно вымершим группам, не имеющим аналогов в современном растительном мире.

Одна из таких групп – войновские. Строение их репродуктивных органов весьма своеобразно, поэтому разобраться в их морфологии долгое время не удавалось, как, впрочем, и установить достоверную связь этих органов с листьями и побегами.

Автор данной статьи предложил рассматривать войновские в качестве самостоятельного класса *Vojnovskyopsida*, принадлежавшего к голосеменным растениям и образовывавшего сестринскую группу с другим близкородственным классом – *Pinopsida*. К исследуемому классу я отношу голосеменные с женскими репродуктивными органами, состоявшими из нормальных (роды *Bardocarpus*, *Suchoviella* и ряд еще

Ископаемые остатки голосеменных
класса *Vojnovskyopsida*
из местонахождения Мазуевка.
1, 2 – *Gaussia imbricata* Naug., отпечаток
и противоотпечаток
изолированной семенной чешуи;
3 – *Sylvella alata* Zalesky,
изолированный семязачаток;
4, 5 – *Vojnovskya* sp., отпечаток
и противоотпечаток латерального
мужского стробила;
6 – *Ruffloria* sp., отдельный
ланцетовидный лист;
7 – *Nephropsis* sp., чешуевидный лист.



неописанных форм из пермских отложений Ангари-ды) или укороченных (роды *Gaussia*, *Taibia*, *Niazonaria*, *Scirostrobis*) осей с крепившимися к ним по спирали семенами (роды *Samaropsis*, *Sylvella*). Мужские репродуктивные органы войновские (роды *Vojnovskya*, *Pechorostrobis*) состояли из фертильных* осей, иногда расширявшихся к верхушке. К осям по спирали прикреплялись микроспорангии («протопыльники»), а в нижней и средней части располагались стерильные придатки.

Мазуевка представляет редкую для палеоботаника возможность сделать выводы о сочетании различных органов войновских. Относительно часто здесь встречаются ланцетовидные листья, скорее всего принадлежавшие одному виду материнского растения. Незначительные различия этих листьев между собой вполне могут объясняться внутривидовой изменчивостью. Вместе с ланцетовидными листьями вида *Ruffloria recta* (Neub.) S. Meyen попадают чешуевид-

ные листья *Nephropsis* sp. характерной ромбовидной формы. Последние выполняли функцию брактеев*, в пазухах которых располагались мужские органы размножения. Семенные органы, принадлежавшие войновским с листьями *Ruffloria recta*, представлены родом *Gaussia*. Целые репродуктивные органы этого рода, известные по Чекарде-1 и другим приуральским местонахождениям, в Мазуевке пока не найдены, но встречаются их отдельные семенные чешуи.

Сходные повторяющиеся сочетания органов войновских известны и в других пермских флорах Приуралья, а также Сибири и Монголии, т.е. практически по всей территории, принадлежавшей в позднем палеозое древнему матерiku Ангариде.

*Брактеи (прицветники) — листья в зоне соцветия (прим. ред.).

*Фертильность — способность зрелого организма производить потомство (прим. ред.).

ВОЗВРАЩЕНИЕ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО

Доктора биологических наук
Вячеслав РОЖНОВ, Виктор ОРЛОВ,
научный сотрудник Наталья ПАКЛИНА,
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН;
кандидат биологических наук Наталья СПАССКАЯ,
Научно-исследовательский зоологический музей
Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова

**В результате деятельности человека
природные популяции многих животных
сократились настолько, что без нашей помощи
им неминуемо грозит вымирание.**

**Один из исчезающих видов —
знаменитая лошадь Пржевальского.**

**Разведение в специальных питомниках и зоопарках —
пока единственный способ сохранения ее поголовья.**

**Однако конечная цель ученых —
возвращение этих исконных обитателей степей
в естественную среду.**



В питомнике
«Дольный Добрежов» –
филиале Пржевальского
зоопарка (Чехия).

ВИД ИЛИ ПОДВИД?

О существовании в природе азиатской дикой лошади науке стало известно благодаря великому русскому исследователю Центральной Азии Николаю Пржевальскому (почетному члену Петербургской АН с 1878 г.). Впервые он встретил этих животных во время экспедиции 1876–1877 гг. на пути от реки Булунгун к озеру Баркуль. А описал новый вид хранитель Зоологического музея АН в Санкт-Петербурге Иван Поляков, назвав его в честь знаменитого путешественника (*Equus przewalskii* Poljakov, 1881). По собранным к тому времени сведениям ареал дикой лошади очерчивался пределами Джунгарии*: на севере достигал реки Урунгу (верховья Черного Иртыша) и северных склонов Монгольского Алтая, а на юге – Тянь Шаня. Именно отсюда происходят все пойманные для зоопарков и музеев лошади Пржевальского.

Но всегда ли места их обитания ограничивались названной областью? В ископаемом состоянии эти животные известны с позднего плейстоцена. Ряд морфологических особенностей указывает, что данный вид сформировался в условиях сухих степей, лесостепей или подобных ландшафтов в предгорьях Центральной Евразии. И хотя палеонтологические находки немногочисленны, они свидетельствуют о широком распространении лошади Пржевальского в Монголии и Северном Китае, встречалась она и на территории современного Казахстана, России. Исторические документы показывают, что в XVII–XVIII вв. ее ареал включал также север Казахстана и между-

речье Волги и Урала – вероятно, азиатская дикая лошадь проникала сюда из Джунгарии через Зайсанскую котловину*. В Сибири она была обычна в начале XVII в. на правом берегу Иртыша (приток реки Оби) и в степях Кузнецкого уезда Томской губернии.

Одновременно в степях южной и юго-восточной России вплоть до конца XIX в. обитали «тарпаны» (*Equus gmelini* Antonius, 1912), что в переводе с тюркского означает «дикие лошади». Это название имеет аналоги в казахском, татарском и башкирском языках.

Возникает закономерный вопрос: может быть, азиатская дикая лошадь и европейский тарпан – один вид? По мнению некоторых ученых, например, Рональда Новака из Университета Джона Гопкинса (США), Петера Грабба из Лондонского зоологического общества, крупного отечественного зоолога, академика (с 1974 г.) Владимира Соколова, существует несколько географических подвидов – *Equus caballus przewalskii*, *Equus caballus gmelini*. При подобной трактовке лошадь Пржевальского иногда именуют джунгарским тарпаном (впервые это название появилось в публикациях 1955 и 1961 гг. доктора биологических наук, профессора МГУ им. М.В. Ломоносова Владимира Гептнера). Однако она имеет ряд специфических морфологических и генетических особенностей, позволяющих считать ее самостоятельным видом. Именно такой трактовки придерживаемся и мы.

ИСТОРИЯ ИСТРЕБЛЕНИЯ

Ареалы европейского тарпана и лошади Пржевальского на территории нынешних Оренбургской и Самарской областей, по-видимому, перекрывались.

*Зайсанская котловина расположена в Казахстане между хребтами Южного Алтая на севере, Тарбагатая и Саура на юге (прим. ред.).

*Джунгария находится на северо-западе Китая, на севере и востоке ограничена горами Монгольского Алтая, на юге – Тянь-Шаня. Большая часть ее территории занята пустыней, на востоке переходящей в Монгольскую Гоби (прим. авт.).



**Заповедник
«Аскания-Нова» (Украина) –
здесь содержится одна из
самых больших в мире групп
лошадей Пржевальского.**

Подтверждение тому — исторические документы и дневники путешественников, свидетельствующие: в степях и полупустынях Волго-Уральского междуречья эти животные обитали одновременно, по крайней мере до середины XIX в. Но на южной окраине степного Предуралья вольные скакуны исчезли значительно раньше. В то же время за рекой Урал они существовали дольше и были более многочисленны — башкиры пригоняли оттуда целые табуны. Крайним восточным пределом распространения интересующего нас вида в России были Даурские степи, раскинувшиеся в бассейнах рек Онона и Аргуни, где азиатские дикие

лошади жили, по-видимому, в течение всего XVIII в. Пустынные же районы джунгарской Гоби стали их последним прибежищем после вытеснения из некогда обширных мест обитания.

Менее чем через 100 лет после открытия лошади Пржевальского были полностью истреблены в дикой природе. История исчезновения поучительна. До 1940-х годов в южных предгорьях Монгольского Алтая и в пограничных районах юго-западной Монголии еще сохранялась жизнеспособная популяция диких лошадей. По минимальным оценкам она составляла несколько сот особей, обитавших на площади

около 20 тыс. км². Резкое сокращение числа «тахи» (местное название лошади Пржевальского) началось с зимы 1944/45 гг., последовавшей за летней засухой и вошедшей в историю страны под названием «Джугта обезьяны». Столь суровые периоды бывают здесь не чаще, чем раз в столетие. Многие семьи потеряли тогда весь скот и были вынуждены жить охотой.

Природная катастрофа в районе джунгарской Гоби совпала со своего рода милитаризацией Монголии, созданием отрядов самообороны и переселением сюда из Поднебесной около тысячи семей казахов-мусылман. Правительство страны снабдило их оружием для отражения ожидаемого нападения китайцев. Своего скота ни у беженцев, ни у военных почти не было, поэтому они, как и местные жители, существовали за счет охоты. Но если раньше население применяло старинные ружья, не наносившие серьезного ущерба популяции диких лошадей, то теперь в ход шли современные средства истребления, а преследовали животных на машинах. Хищнический промысел привел к катастрофе: последний раз лошадей Пржевальского в Монголии видели в 1969 г. С территории Китая они исчезли еще раньше.

БЛИЗКИЕ РОДСТВЕННИКИ

Между тем речь идет о единственном и последнем диком представителе настоящих лошадей. Четкие фенотипические и генетические признаки позволяют выделить лошадь Пржевальского в самостоятельный вид. У нее короткая, стоячая, лишенная челки грива, хвост в верхней части покрыт коротким волосом, а в нижней — длинным. Каштаны (роговые образования на внутренней стороне ног, расположенные выше запястного и ниже скакательного суставов) имеются только на передних конечностях, а не на всех четырех, как у домашних лошадей.

Причем у последних только 64 хромосомы, тогда как у описываемого нами вида — 66. В своих детальных работах 1965 г. Курт Бениршке из Зоологического общества Сан-Диего (США), а также один из авторов данной статьи Виктор Орлов показали: карิโอ-тип* домашних лошадей образовался в результате слияния предковых хромосом, т.е. животные, от которых они ведут свою историю, и лошадь Пржевальского были близкими родственниками. Теперь такие отношения позволяют им свободно скрещиваться с образованием плодовых гибридов. В то же время, исследуя митохондриальную ДНК, Оливер Райдер и Анна Боулинг из Зоологического общества Сан-Диего выяснили, что у *Equus przewalskii* есть уникальные генетические маркеры, не встречающиеся ни у одной породы домашних лошадей, даже у монгольской, сошедшей с ней веками.

На рубеже XIX-XX вв. было предпринято несколько экспедиций в западную Монголию с целью отлова диких лошадей для зоопарков. Ввиду их большой редкости спрос был огромен, и жеребята разошлись по разным коллекциям поодиночке или парами. Од-

ним из первых в 1899 г. приобрел ценных животных степной зоопарк «Аскания-Нова» в Украине. И здесь начали пионерские работы по полувольному разведению: подопечных держали не на маленьких огороженных площадках, а в вольерах площадью до 1,5 тыс. га, где они могли свободно пастись под открытым небом круглый год. Так возник крупнейший центр разведения лошадей Пржевальского в СССР — в «Аскания-Нова» жили свыше сотни особей, или около 60% всего поголовья в нашей стране.

НОВАЯ УГРОЗА ИСЧЕЗНОВЕНИЯ

После распада Советского Союза, провозглашения Украины и других республик независимыми государствами, Россия лишилась большей части живой «коллекции» диких лошадей. В 1995 г. в девяти отечественных зоопарках обитали лишь 44 особи: крупнейшими держателями лошадей Пржевальского оставались Московский и Ленинградский (11 и 9 соответственно), за ними следовали расположенный в Ростове-на-Дону и Пензенский. За последние годы численность этих животных не только не увеличилась, но и несколько уменьшилась — до 40 особей, а обе столицы уступили первенство Ростову-на-Дону, где на территории зоопарка сегодня живут 8 лошадей. В зоосадах остальных городов их не более 2-5.

Однако общую численность лошадей Пржевальского на территории бывшего Советского Союза удалось сохранить, несмотря на то, что их поголовье в «Аскания-Нова» сократилось примерно на 14%: сейчас здесь содержится 87 животных. Большую группу (28) подопечных отправили в зону отчуждения Чернобыльской АЭС (Украина) с целью восстановления и обогащения биоразнообразия экосистемы. К сожалению, браконьерский отстрел на этой территории сводит на нет усилия ученых.

В настоящее время лошадь Пржевальского продолжают разводить только крупные центры, но не так интенсивно как раньше. Причины — невысокий спрос на этот вид, переставший быть экзотикой, и недостаток места для содержания групп животных. Так, зоопарки Ташкента, Семипалатинска (Семей), Риги и Липецка содержат одиночных или не размножающихся особей, а в зоосадах Кишинева, Караганды, Термеза и Челябинска поголовье утрачено. Вызывает беспокойство и старение популяции в неволе, особенно в питомниках с небольшим поголовьем.

Сейчас в многочисленных отечественных и зарубежных центрах разведения успешно размножаются сотни видов птиц, пресмыкающихся и млекопитающих. В зоопарках животных разводят в условиях близких к идеальным: с полным обеспечением кормами, устранением угрозы со стороны хищников и часто в более мягких климатических условиях, чем на их родине. Обычно коллекции время от времени пополняют особями, отловленными на воле, что особенно важно при низкой численности питомцев. Но если вид в природе больше не существует и нет возможности пополнять небольшие по численности группы в зоопарках и питомниках (так произошло, например, с оленем Давида, предположительно оби-

*Карิโอтип — совокупность признаков (число, размеры, форма и т.д.) полного набора хромосом, присущая клеткам организма определенного вида (прим. авт.).



В центре полувольного разведения «Лелистад» (Нидерланды) лошади Пржевальского содержатся естественными группами в больших загонах, где могут проявлять специфичное для данного вида социальное поведение.



тавшего на северо-востоке Китая), то риск их вымирания слишком велик не только в силу меняющихся экономических условий, но и в результате инбридинга (скрещивания близкородственных форм в пределах одной популяции) и резкого уменьшения генетической изменчивости.

Все же успешно размножающуюся в зоопарке группу животных можно попытаться вернуть в пределы естественного ареала, если биотопы не претерпели с тех пор значительных антропогенных изменений и имеется достаточно финансовых средств для организации реинтродукции. Такие работы начаты на Кавказе для восстановления здесь популяции передне-

азиатского леопарда, еще полвека назад населявшего этот регион. В Приморском крае готовят аналогичную программу для дальневосточного леопарда.

ПУТЬ К СПАСЕНИЮ

Все вышесказанное, безусловно, относится и к лошади Пржевальского. Она занесена в Красный список Международного союза охраны природы (МСОП) и в Приложение № 1 Конвенции о международной торговле дикими животными (CITES). За ее судьбой следят эксперты Программы ООН по окружающей среде, Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, МСОП; специали-



ты ведут Международную племенную книгу. В 1980–1990-х годах проведено четыре международных симпозиума, посвященных проблемам сохранения лошади Пржевальского, где шло обсуждение возможностей ее интродукции из зоопарков в природу. В резолюциях форумов подчеркнуто: только формирование нескольких больших естественных популяций гарантирует дальнейшее выживание этого вида.

На бывших целинных, а ныне освоенных человеком землях, где некогда обитала дикая лошадь, с переходом к рыночной экономике хозяйственная деятельность стала ослабевать из-за нерентабельности растениеводства на неплодородных почвах. Значительные по площади территории превращаются в пустоши и залежи с обедненными природными сообществами. Увы, стать вновь полноценной степью антропогенно нарушенные угодья смогут только через 40–50 лет. Однако этот процесс значительно ускорится с появлением истинно степных видов фауны, в особенности крупных травоядных животных. Иными словами, степь и лошади Пржевальского нуждаются друг в друге. Как помочь им? Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Институт степи УрО РАН и Зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова совместно разработали проект создания природной популяции лошади Пржевальского на юго-востоке нашей страны.

Начальный этап проекта мы предполагаем реализовать на последнем в России едином крупном естественном фрагменте нераспаханной типичной ковыльной степи под названием «Орловская степь», в

120 км от города Оренбурга. Его площадь составляет 16500 га, что вполне достаточно для обитания самовоспроизводящейся популяции лошади Пржевальского. Близкое расположение одного из участков Оренбургского государственного природного заповедника* и наличие многочисленных залежных земель на юге и юго-востоке области создает возможности для расселения животных при успешной реинтродукции. Климатические условия в этом районе мягче, чем в Монголии — последнем их природном прибежище. Сейчас здесь обитают разнообразные птицы и мелкие грызуны, слепушонки, зайцы, лисы, черные хори, барсуки. Нет лишь крупных копытных животных. Низкая плотность населения и отсутствие коневодства делают эту территорию еще более перспективной для нашей задачи.

Но одно из главных препятствий на пути осуществления проекта — финансовые проблемы. Мы надеемся, что усилия ученых, помощь и энтузиазм неравнодушных людей помогут в ближайшем будущем природе России вернуть один из утраченных некогда видов животных.

*Оренбургский заповедник состоит из четырех изолированных участков на территории Оренбургской области, отражающих разнообразие степных ландшафтов этого региона, расположенного на стыке Русской равнины, Уральских гор и Тургайского плато (прим. ред.).

*Иллюстрации предоставлены
Н. Паклиной и Н. Спасской*

МОШНЫЕ ЛАЗЕРЫ ДЛЯ ОБОРОНЫ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Академик Евгений ВЕЛИХОВ,
президент Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»,
академик Федор БУНКИН,
директор Научного центра волновых исследований
Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
член-корреспондент РАН Павел ПАШИНИН,
председатель экспертного совета
Российского фонда фундаментальных исследований,
доктор технических наук Евгений СУХАРЕВ,
советник генерального конструктора
Научно-производственного объединения «Алмаз»
им. академика А.А. Расплетина (Москва)

Первые решения по созданию высокоэнергетических лазеров появились в СССР в начале 1960-х годов. «Вероятно, можно создать генераторы с энергией до 10^6 - 10^7 Дж, используя в качестве источника энергии взрыв обычного ВВ...», — писал в декабре 1963 г. заместитель директора Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР Николай Басов президенту АН академику Мстиславу Келдышу в ответ на запрос Министерства обороны оценить возможности военных применений лазера. И хотя в то время в лабораториях работоспособность показывали только импульсные источники с энергией ~10 Дж, эта задача не казалась ученым фантастической.

Решение о создании мощных лазерных систем принял глава Оборонно-промышленного комплекса СССР Дмитрий Устинов. В 1965 г. он собрал первое совещание на эту тему с участием лауреатов Нобелевской премии 1964 г. Александра Прохорова и Николая Басова (оба академики с 1966 г.). Первый предложил тогда взять за основу разрабатываемые в ФИАНе лазеры на неодимовом стекле, обеспечиваю-

щие высокий коэффициент полезного действия (2-3%) и хороший съем мощности излучения с единицы длины. Вместе с известным специалистом в области радиотехники, основоположником российского зенитного ракетного оружия академиком (с 1964 г.) Александром Расплетиным они выдвинули идею использовать их в системах противовоздушной обороны для борьбы с низколетящими целями. Это предложе-

Центральное конструкторское бюро «Алмаз».

ние получило поддержку в оборонном отделе ЦК КПСС и Военно-промышленной комиссии (ВПК) Совета Министров СССР. И в 1967 г. вышло соответствующее постановление Совмина и решение ВПК.

Научное руководство проектом осуществлял Прохоров. Для его практической реализации он привлек Московское конструкторское бюро «Стрела» (в 1971 г. переименовано в Центральное конструкторское бюро, а в 1988 г. — в Научно-производственное объединение «Алмаз») Министерства радиопромышленности СССР — специализированное предприятие, расположенное на Ленинградском проспекте столицы, где создавали зенитные ракетные комплексы, составляющие основу отечественных войск противовоздушной обороны. Разработкой лазерных систем здесь занимались в сформированном для этих целей подразделении. Генеральный конструктор КБ Расплетин назначил руководителем работ своего заместителя Бориса Бункина (академик с 1974 г.) — кавалера двух звезд Героя Социалистического Труда (1958, 1982), получившего эти знаки отличия за создание боевых систем вооружения, в том числе на основе мощных лазеров. Именно его практический опыт и привел программу к успеху.

Требуемую для поражения воздушной цели энергию он определил по суммарной кинетической, получаемой от осколков типовой боеголовки ракеты «земля-воздух». Лазер, по его оценкам, должен иметь 10 МДж на цели — это значение его импульсной энергии. Для достижения таких показателей нужно было иметь соответствующую оптику, локаторы, системы точного наведения пучков и т.д. Практические вопросы удалось решить благодаря широкой кооперации исполнителей, и уже в начале 1970-х годов у нас появилась экспериментальная лазерная система на неодимовом стекле с энергией 100 кДж в импульсе, состоящая из четырех модулей (именно столько «выстрелов» требовалось для того, чтобы наверняка поразить цель).

В процессе ее конструирования возникали сложные инженерные проблемы. Одна из них была связана с необходимостью охлаждения неодимового стекла. Задачу не удавалось решить из-за его цилиндрической геометрии. Пришлось изменить форму — в виде «шпалы» большого размера. Технологию изготовления таких изделий предложил руководитель подмосковного Лыткаринского завода оптического стекла доктор технических наук Игорь Бужинский.

Повышенного внимания требовали и лампы накачки: первые образцы взрывались. Дело в том, что они взаимодействуют друг с другом, и в компактных системах нужно было это учитывать. Пришлось в специальном институте создавать их конструкцию и составляющие элементы.

Одна из ключевых научных и инженерных задач — разработка адекватного источника питания. На совещании с участием Расплетина, Прохорова и руководи-



теля программы МГД-генераторов* в СССР академика (с 1962 г.) Михаила Миллионщикова мы рассмотрели ряд вариантов и в конце концов остановились на самовозбуждающемся магнитогидродинамическом генераторе с индуктивным накопителем, удобном для данного типа лазеров, так как он поддерживает ток, а потому наполненный импульс имеет хороший КПД.

Общее научное руководство созданием источника электропитания осуществлял Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова (ныне — Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»). Главным конструктором и изготовителем МГД-установки стал Горьковский машиностроительный завод (теперь г. Нижний Новгород).

Специалисты пришли к заключению о возможности использования в подобных системах твердых (пороховых) плазмообразующих топлив. Это предложение заинтересовало академика (с 1974 г.) Бориса Жукова — родоначальника твердотопливного ракетостроения в России. В возглавляемом им Научно-исследовательском химико-технологическом институте в Москве проводили испытания и определяли энергетические, электрофизические характеристики плазменных порохов, генераторов плазмы для МГД-установок.

Магниты, сильноточную аппаратуру, индуктивные накопители изготавливали в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры им. Д.В. Ефремова (Санкт-Петербург) под руководством известного специалиста в области магнитной гидродинамики жидких металлов, электрофизики и управляемого термоядерного синтеза (академика с 1987 г.) Василия Глухих**. Сконструированные здесь компоненты генератора — электромагнитная система возбуждения с энергозапасом 100 МДж, индуктивный накопитель энергоемкостью до 600 МДж и коммутирующая аппаратура на 200 кА, 50 кВ — по сей день не имеют аналогов в мире.

К концу 1968 г. у Жукова появились опытные образцы специальных плазмообразующих порохов с элект-

*См.: В. Шафранов. Заглянуть за грань известного. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).

**См.: В. Глухих и др. На пути к термоядерной эре. — Наука в России, 2003, № 3 (прим. ред.).



Министр обороны СССР и глава Оборонно-промышленного комплекса Дмитрий Устинов обсуждает ход лазерных программ с учеными. 1970-е годы.



На заседании Научно-технического совета, координирующего лазерные программы, выступает академик Евгений Велихов. 1970-е годы.

ропроводностью продуктов сгорания примерно на 4 порядка выше, чем у штатных твердых ракетных топлив. Они и легли в основу автономного самовозбуждающегося импульсного МГД-генератора «Памир» (ИМ-1) с электрической мощностью канала ~ 10 МВт, созданного в 1969 г. на Горьковском машиностроительном заводе. После испытания на полигоне, подтвердившего проектные параметры установки, стало ясно: основные принципы технологии проектирования и отработки твердотопливных МГД-установок в нашей стране освоены и можно приступать к промышленному изготовлению «большой» техники. В дальнейшем на основе ИМ-1 возникла серия автономных импульсных источников с одним, двумя и тремя каналами электрической мощностью от ~ 5 до 15 МВт. Самый крупный генератор этой серии (мощность канала до 600 МВт, длительность работы до 10 с) «Сахалин» появился в 1975 г. При его создании использовался опыт эксплуатации установок меньших масштабов. Успешная работа «гиганта» подтвердила техническую возможность кратковременного МГД-генерирования на

уровне ~ 1 ГВт в открытых циклах с ракетными двигателями. На нем получили рекордные значения параметра МГД-взаимодействия (~ 1) и уникальные удельные характеристики, часть которых до сих пор недостижима для других типов установок. Такие источники открыли возможность энергообеспечения специальных систем на новых физических принципах.

Сконструированная на основе перечисленных компонент лазерная система обеспечивала и требуемую мощность, и поражение цели, однако была чрезвычайно громоздкой, что практически исключало возможность ее использования в фронтовых условиях.

Появление компактных CO_2 -лазеров с высоким КПД инициировало новый цикл работ по созданию высокоэнергетических установок для ликвидации аэродинамических целей, получивших развитие в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова и его филиале в подмосковном Троицке (ныне Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований). Именно там занимались генераторами на основе однородного разряда в потоке газа. Исследования шли

под руководством Владимира Баранова (член-корреспондент РАН с 1990 г.) — представителя школы профессора физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова доктора физико-математических наук Вениамина Грановского.

Одна из ключевых проблем заключалась в формировании в большом объеме тлеющих разрядов — наиболее распространенного вида газового разряда постоянного тока. Целесообразность его использования для накачки CO_2 -лазера состоит в том, что в газах подавляющая часть выделяющейся энергии затрачивается на возбуждение молекулярных колебаний: электрическое поле, поддерживающее плазму, сообщает энергию электронам — носителям тока, а те возбуждают колебания. Особенно эффективен в этом отношении азот — N_2 , способный первоначально переводить до 95% энергии в колебания молекул. В рабочей смеси присутствует также гелий (He) для ускорения отвода большого количества выделяющегося тепла. К слову, определение оптимальной пропорции компонент в составе CO_2 - N_2 -He — сложная химико-технологическая задача. И все же главная проблема состояла в том, чтобы возбудить и накопить энергию в азоте в условиях, когда на электродах существует одна плотность тока, при которой начинается контракция (сжатие газового разряда), а в объеме — другая. Требовалось правильно их сочетать. Однако решения были получены, и в Троицке в середине 1970-х годов создали первый быстроточный CO_2 -лазер с самостоятельным разрядом, в котором энергию накачивали и запасали в азоте, после чего туда впрыскивали углекислый газ. Такой источник мог генерировать непрерывное когерентное излучение, поскольку работал, пока поддерживался поток газа, и имел мощность ~1 МВт.

Другой вариант достижения высоких энергетических характеристик — накачка лазера пучком заряженных частиц. Эту работу мы проводили в кооперации с ФИАНом (академик Александр Прохоров), МГУ им. М.В. Ломоносова (доктор физико-математических наук Александр Рахимов) и филиалом Института атомной энергии им. И.В. Курчатова (член-корреспондент АН СССР с 1984 г. Вячеслав Письменный). Поставленный нами модельный эксперимент по влиянию пучка быстрых протонов на мощность генерации CO_2 -лазера показал: использование энергии заряженных частиц в этом случае эффективнее, чем применение электрической. Результаты опыта были опубликованы в физическом журнале «Письма в ЖЭТФ» в 1968 г. (В дальнейшем пробовали перейти на накачку лазера осколками деления ядер, однако требования техники безопасности при работе с реактором сделали это направление малоперспективным.)

Данные исследования легли в основу лазеров с несамостоятельным разрядом, высокая эффективность которых достигалась за счет разделения функции ионизации быстрыми заряженными частицами и накачки азота (это разные электроны, разные энергии). Разделив их, мы существенно улучшили стабильность, а значит, и качество разряда, его эффективность, что обеспечило появление устройств, в которых электронный пучок создавал ионизацию в потоке газа при дав-

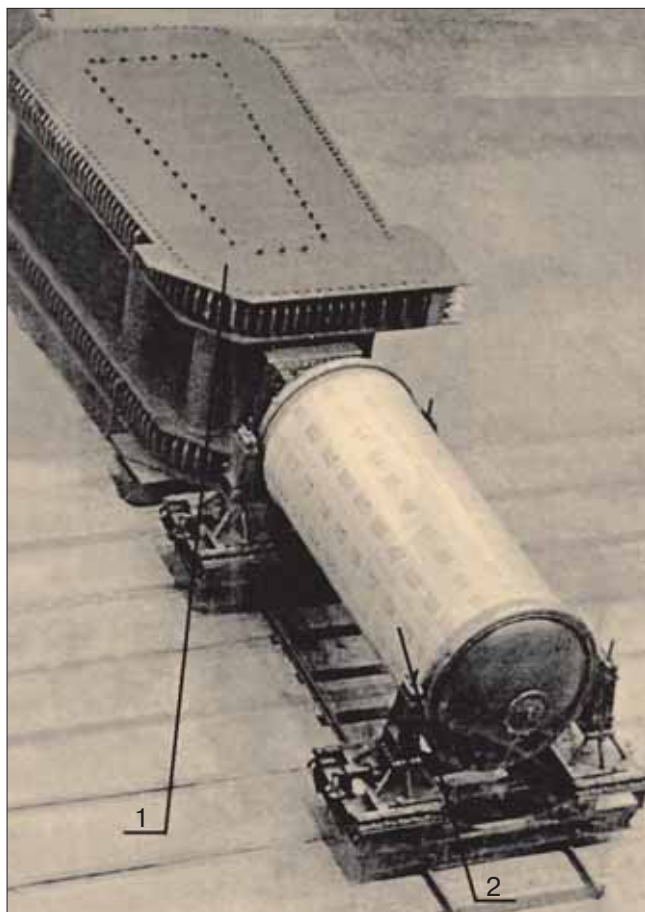
лении ~1 атм, в то время как в самостоятельных лазерах этот показатель составлял ~1/3 атм (далее у них начиналась контракция).

Параллельно технику развивали и в других институтах. В 1973 г. Прохоров и Бункин инициировали в Центральном конструкторском бюро «Алмаз» работы по созданию мощных газодинамических лазеров, в основе которых лежала идея Бориса Васильевича о возможности получить излучение прямо из МГД-генератора. Кроме того, он поставил и решил чрезвычайно сложную задачу построения оптической системы наведения и прицеливания, обеспечивающей удержание лазерного луча в наиболее уязвимом месте аэродинамической цели. В результате появился видеолокатор, на экране которого формировалось ее изображение, а не отметка.

Заметим, все перечисленные разработки прошли экспериментальную проверку на мобильных системах вооружения. Скажем, на одном из военных самолетов стояла машина, дававшая мегаватт непрерывного излучения, в то время как американцы на такой же летательный аппарат сумели поставить химический лазер небольшой, 300-киловаттной мощности. CO_2 -установку смонтировали также на корабле как средство защиты от крылатых ракет. Хорошо зарекомендовали себя наземные системы на подвижных машинах с чрезвычайно оригинальным устройством формирования излучения: его синтетическое зеркало могло фокусировать луч на большом расстоянии и компенсировать атмосферные воздействия (данную технологию теперь широко используют в астрономии при изготовлении составных телескопов).

Таким образом, в 1970–1980-х годах кооперация отраслевых и академических институтов, сформированная и руководимая Бункиным, успешно решила сложнейшие научные, инженерные и организационные задачи создания ряда систем противовоздушной обороны на базе мощных лазеров различных типов: твердотельных, газовых с самостоятельным разрядом и газодинамических. Ученым, конструкторам, инженерам, военным специалистам удалось продемонстрировать соответствующие системы наведения лазерного луча, обеспечивающие уверенное поражение целей. В США подобные комплексы появились только в последнее десятилетие. Однако распад Советского Союза и процесс разоружения привели в начале 1990-х годов к дезинтеграции сложившейся кооперации и, как следствие, к прекращению работ.

Тем не менее следует подчеркнуть: накопленный опыт пригодился в проектах гражданского назначения. МГД-генераторы практически сразу же стали использоваться в крупномасштабных геофизических и геологических электроразведочных исследованиях. На их основе при небольшой перекомпоновке появились МГД-установки «Памир», «Урал», «Хибины» и «Прикаспийский» на шасси автомобиля. В 1973 г. один из таких источников доставили на Гармский геофизический полигон, расположенный в 200 км от г. Душанбе (Таджикистан) в горном районе северного Памира, где Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН вел работы по прогнозированию землетрясений. В



Общий вид МГД-генератора «Сахалин» в цехе завода:
1 – электромагнит; 2 – генератор плазмы.

МГД-установка «Хибины» для изучения
земной коры на Кольском полуострове.



Установка «Прикаспийский»
для электроразведочных работ
с целью обнаружения
нефтяных месторождений.

дальнейшем изучение строения земной коры с помощью МГД-установок перевели на полигон Института высоких температур АН СССР в район г. Бишкек (Кыргызстан). Геофизики провели 114 запусков генератора. Статистическая обработка результатов зондирования на указанных полигонах показала: электромагнитный импульс способствует «дроблению» готовящихся крупных землетрясений на серию маломощных, что дает возможность применять такие установки для искусственной разрядки тектонических напряжений.

В 1980 г. под руководством Баранова сконструировали промышленный CO_2 -лазер импульсно-периодического действия для селективной технологии. Он успешно работал в Научно-исследовательском институте стабильных изотопов в г. Тбилиси (Грузия). В 1997 г. специалисты Российского научного центра «Курчатовский институт» при поддержке ОАО «Газпром» построили и запустили в Калининграде производственный комплекс для массового выпуска фармацевтических

препаратов, меченных ^{13}C . Его технология и оборудование не имеют аналогов в мире. Лазерная установка, входящая в его состав, способна нарабатывать до 15 кг изотопа углерода. И его производительность можно наращивать за счет тиражирования лазерных разделительных мощностей, обеспечивая тем самым медицинские учреждения страны довольно дешевым продуктом (в 2 раза ниже мировой цены).

В 1979 г. правительство приняло постановление о развитии работ по технологическим лазерам и созданию в г. Шатура Московской области Научно-исследовательского центра АН СССР (в 1998 г. переименован в Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН). Это был крупный шаг руководства страны и Академии наук в направлении конверсионных программ, тем более что оборонные ведомства, выпускавшие лазерную технику, согласно постановлению, должны были обеспечивать выпуск комплектующих изделий (электроники, оптики, механики). Центр начал решать проблемы, которыми комплексно в стра-

**Лазерные стереолитографы
ЛС-250 и ЛС-350/500
(Институт проблем лазерных
и информационных технологий РАН).**



не ранее никто не занимался: создание «силовых» лазерных технологий, научный поиск, а затем внедрение новых, перспективных применений установок в обработке материалов, веществ и в биомедицине. Ядро коллектива составляли ученые и специалисты, прошедшие школу в первоклассных научных и технических центрах: в филиале Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, МГУ им. М.В. Ломоносова, Московском высшем техническом училище им. Н.Э. Баумана, Институте спектроскопии РАН (г. Троицк, Московская область).

Центр в Шатуре обладает механическим производством, необходимым для получения лазерных комплексов, а также уникальным оптическим «цехом», обеспечивающим в том числе разработку адаптивной оптики, существенно улучшающей качество излучения. К началу 1990-х годов здесь создали промышленные CO_2 -лазеры второго поколения с высокой мощностью распространения энергии, предложили более 200 различных компьютеризированных комплексов, проверили в реальных производственных условиях несколько десятков технологий обработки материалов, выполнили фундаментальные исследования в области микротехнологии.

Интеграция информационных и лазерных процессов обеспечила возможность войти в сферу медицинского приборостроения. В институте предложили концепцию дистанционного биомоделирования, позволяющую вести по сетям Интернета передачу данных компьютерного томографического предоперационного обследования пациентов из различных клиник в Шатурский стереолитографический центр*. По полученной информации там оперативно (за 10-20 ч) создают полимерные копии фрагментов человеческого скелета, отдельных органов, помогающие хирургам планировать сценарий будущей операции и выбирать адекватный инструментарий.

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

Важнейшее научно-техническое достижение института — создание и производство лазерных стереолитографических установок, позволяющих на основе трехмерных компьютерных моделей быстро, с высокой точностью изготавливать пластиковые копии промышленных деталей. Скажем, здесь могут сделать в натуральную величину пластиковую модель лопатки турбины, включая каналы для подачи охлаждающей жидкости, или в некотором масштабе — продувочную модель самолета.

Наиболее распространенные применения лазеров в промышленности — резка и сварка металлов. Один из впечатляющих примеров — система лазерной сварки карданных валов, установленная в 1980-х годах в Москве на Заводе им. И.А. Лихачева (ЗИЛ) и обеспечивающая существенно более высокое качество шва, чем аргоновая сварка. Кроме того, тут внедрились технологию лазерного термоуплотнения головки блока цилиндров грузового автомобиля, что позволило вдвое увеличить срок ее службы.

В атомной промышленности лазеры применяют для сварки и резки топливных каналов (Курская АЭС), в нефтегазовой промышленности — для сварки газовых труб большого диаметра, обеспечивая высокое качество шва.

Сегодня для нас нет актуальнее проблемы, чем модернизация экономики России. Но она должна основываться на каких-то моделях. Создание лазерной технологии — одна из них. Начиная с момента проектирования установок и кончая возникновением производства на их основе — сделано в России, нашими людьми, в значительной степени академическими сотрудниками. Все это показывает: мы способны осуществить модернизацию, просто надо изучать и использовать собственный опыт.

Иллюстрации предоставлены авторами

НЕЙТРОНЫ В БОРЬБЕ С РАКОМ

В марте 2011 г. в Медицинском радиологическом научном центре РАМН (г. Обнинск Калужской области) состоялся физический пуск первого в России экспериментального компактного генератора нейтронов НГ-24 для дистанционной терапии злокачественных опухолей. О значимости события сообщила пресс-служба компании «Центр «Атоммед», созданной госкорпорацией «Росатом» для коммерциализации наукоемких разработок в области ядерной медицины. Именно она финансировала проект создания установки, которой несколько последних лет занимаются обнинские ученые под руководством заведующего отделом радиационной биофизики Степана Ульяненко и их коллеги из Всероссийского научно-исследовательского института автоматики им. Н.Л. Духова (Москва).

Бомбардировка опухоли потоком тепловых нейтронов — один из перспективных методов лучевой терапии. Для тканей организма он мало опасен. Но если в новообразование ввести специальное лекарство, содержащее, например, атомы бора, то они, поглощая нейтроны, начнут испускать высокоэнергетическое излучение, разрушающее раковые клетки. При этом здоровые ткани практически не страдают. Следует заметить, данное облучение особенно продуктивно в случаях, когда другие способы борьбы с грозным недугом практически не работают. Это касается, скажем, радиорезистентных (стойких к воздействию) опухолей. Кстати, в России порядка полумиллиона человек ежегодно становятся онкологическими пациентами, у 15-20% из них запущенные формы рака. Нейтронная терапия для них в 3-4 раза более эффективна по сравнению с классической.

В последние годы XX в. в лечебных целях чаще всего использовали циклотроны — громоздкие стационарные установки с нейтронообразующими мишеня-

ми и исследовательские атомные реакторы. Однако высокая интенсивность излучения, сложность в управлении и эксплуатации ограничивали их широкое внедрение в медицинскую практику. Кроме того, в России не так много центров, обладающих такой инфраструктурой. Она сосредоточена главным образом в Томске, Челябинске, Обнинске и ряде других городов.

Будущее же лучевой терапии, по мнению Ульяненко, — за развитием радиационно-безопасных генераторов нейтронов с запаянными ускорительными трубками. Благодаря компактности, простоте в эксплуатации и относительно низкой стоимости их можно устанавливать во всех медицинских учреждениях, имеющих онкологические отделения, то есть практически на рабочем месте врача.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова свыше 50 лет разрабатывает электрофизические источники излучения с широким спектром параметров и характеристик, в том числе специализированные генераторы нейтронов для лечения тяжелых форм рака. Эту работу он осуществляет в кооперации с Медицинским радиологическим научным центром РАМН, где с 2000 г. ведут дозиметрические и биологические исследования, направленные на адаптацию таких приборов для лучевой терапии.

Их последняя совместная разработка — генератор НГ-24 — включает нейтронный блок с запаянной ускорительной трубкой, размещенный в боксе, в зоне облучения пациента, комплект кабелей, пульт питания и управления, расположенный за биологической защитой. Плотность потока частиц на поверхности мишени здесь достигает 10^{10} нейтр/см²•с. Установка обеспечивает непрерывный режим облучения в течение многих часов. Однако специалисты предполагают: максимальное время сеанса не будет превышать 20 мин.

**Компактный генератор нейтронов НГ-24
для медицинских целей.**



**В течение ближайшего года
ученые будут проверять
эффективность воздействия излучения,
генерируемого установкой,
на экспериментальных животных.**

Физический пуск компактного генератора — огромный шаг в медицинском приборостроении. С онкологией, утверждает Ульяненко, надо бороться не путем создания единичных специализированных центров (их в масштабах России все равно будет недостаточно), а оснащением уже имеющихся медучреждений мобильными источниками излучения, чтобы пациент не ехал за помощью через полстраны. Расчеты показывают: для крупных областных онкоцентров необходимо примерно 100-150 единиц такой техники.

Испытания НГ-24, как любого инновационного прибора или лекарства, начнут с работы на клеточных культурах. Ученым предстоит оценить результативность влияния излучения на клетки опухоли и здоровые ткани. Следующий шаг — опыты на животных, в первую очередь на мышах и крысах. Специалисты рассчитывают получить больше информации об оптимальных дозах облучения с тем, чтобы определить схему лечения. Не менее важно ответить и на вопрос об эффективности сочетания нейтронной терапии с воздействием гамма-частиц. К тому же медико-биологические изыскания дадут обоснованный материал для

усовершенствования компактного прибора. После этого его укомплектуют системами защиты окружающих тканей от излучения и другой вспомогательной аппаратурой, а далее начнутся клинические исследования. «Создание полноценной системы — это вопрос года, может быть, полутора лет, — считает директор компании «Атоммед» Александр Кузнецов. — Но мы уже сейчас продумываем стратегию выхода на российский рынок и за рубеж». По оценке разработчиков, при серийном производстве цена терапевтической установки составит около 40-45 млн руб. — примерно столько стоит в России магнитно-резонансный томограф. Такая техника, несомненно, будет иметь спрос. Ведь пока мировых аналогов ей нет.

*По информации пресс-службы компании
«Центр «Атоммед», 3 марта 2011 г.*

*Иллюстрации с интернет-сайтов компании
и информационного портала «Наука и технологии РФ»*

Материал подготовила Марина МАЛЫГИНА

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Академик Леопольд ЛЕОНТЬЕВ,
председатель Научного совета РАН
по металлургии и материаловедению,
член-корреспондент РАН Константин ГРИГОРОВИЧ

Применение стали как основного конструкционного материала современности определяется ее эксплуатационными характеристиками и экономическими показателями. Быстрый темп ее мирового производства с 1950 по 1990 г., с ежегодным увеличением выработки примерно на 13,5 млн т, был непосредственно связан с интенсивным строительством, ростом промышленности и созданием новых соответствующих технологий. В период с 2000 по 2007 г. скорость прироста увеличилась до рекордной величины 73,7 млн т в год. А в 2007 г. производство стали и сплавов на основе железа достигло максимального уровня – 1 млрд 343,5 млн т. Но последующий мировой экономический кризис оказал отрицательное влияние на металлургию большинства развитых стран. В результате в 2008 г. изготовление стали сократилось на 1,2%, а в 2009 г. – на 8%.



**ОАО «Богословский
алюминиевый завод».
Цех кальцинации алюминия
(Свердловская область).**

При этом выпуск таких важных для технического прогресса материалов, как алюминий (41,1 млн т), медь (15,5 млн т), цинк (10,3 млн т), хром (3,4 млн т) и никель (0,92 млн т) в сумме не превысил 6% от общего объема выработки стали.

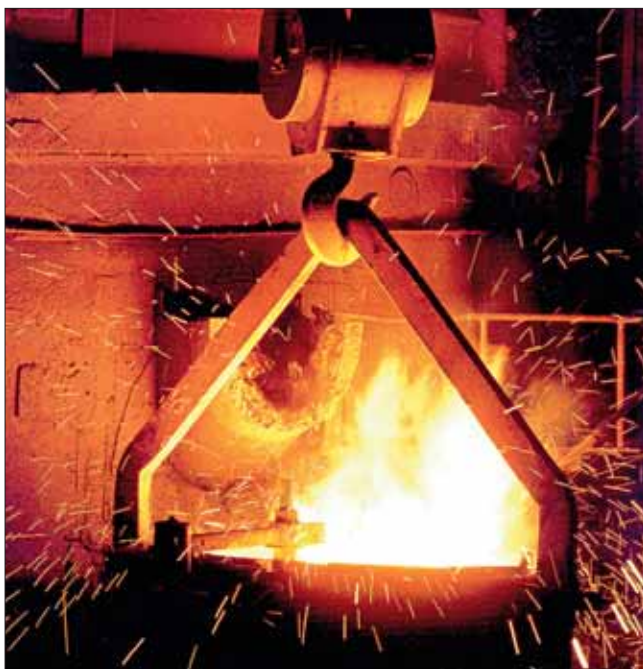
Более того, в последнее десятилетие динамика изготовления стали если и росла, то в основном в развивающихся странах и в Китае. Причем на долю последнего по итогам 2009 г. приходится 46,6% от всего мирового производства, а выпуск увеличился в 2,5 раза. Все это достигнуто за счет строительства новых мощностей и кардинальной реконструкции действующих. Интересный факт: интенсивному росту стали в КНР соответствует отличный от всех стран рост ВВП — 15-18%.

АНАЛИЗ ЗА 50 ЛЕТ

В современных условиях международного разделения труда металлургия является ведущей отраслью и в России. В мировом рейтинге соответствующие крупнейшие наши комбинаты занимают: ОАО «Северсталь» — 15-е место, ОАО «Евраз-холдинг» — 17-е, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» — 21-е и ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» — 30-е место. В общем объеме промышленной продукции в нашей стране доля металлургии состав-

ляет около 17% при обеспечении до 14% объема валютной выручки. И тем не менее по уровню душевого потребления металлопродукции черных металлов от большинства развитых промышленных стран мы заметно отстаем: если у нас оно сейчас составляет 154 кг/чел., то в Японии, США, Европе — 350-550 кг/чел. А ведь в СССР она занимала одну из ключевых позиций в мировом металлургическом производстве. Большая программа по ее развитию была выполнена у нас в 1961-1971 гг., когда за десять лет объем инвестиций в металлургию вырос почти в 2 раза. Причем огромные финансовые средства централизованно вкладывались в исследование и разработки отраслевых, академических и вузовских институтов. Ими были разработаны и внедрены в производство вакуумирование и кислородно-конвертерная плавка стали. Тогда же отечественные специалисты первыми применили кислород и природный газ для интенсификации процессов выплавки стали и чугуна, предложили и реализовали революционную технологию непрерывной разливки данных материалов и многое другое*. Все необходимое новейшее оборудование производилось только нашими машиностроитель-

*См.: Л. Леонтьев, В. Пономарев. Академическая наука — металлургам. — Наука в России, 2000, № 4 (прим. ред.).



Идет уральская сталь.

ными предприятиями. А в 1985 г. существенные вложения и достижения науки позволили добиться чрезвычайно высокой степени выпуска стали — 165 млн т, что дало нам право занять первое место в мире в этой сфере деятельности.

После распада Советского государства ситуация изменилась, начался период экстенсивного использования основных фондов предприятий для обогащения мажоритарных акционеров и приобретения непрофильных активов. На длительное время остановлены капиталовложения, необходимые для обновления средств производства в металлургии. Скажем, с 1988 по 1994 г. падение выработки стали (суммарное по России и республикам бывшего СССР) составило катастрофическую величину — 85 млн т. К 1998 г. ее уровень снизился еще более чем в 2 раза.

По состоянию на 2001 г. свыше нормативного срока использовали 88,5% доменных печей и 86% прокатных станов. С начала перестроенного периода не было реализовано ни одного масштабного проекта, не построено ни одного крупного завода полного цикла. Успешно развивается только производство труб.

Наиболее успешным металлургии России считают 2007 г.: на тот момент было изготовлено 72,2 млн т стали, что составило не более 80% от производства в 1989 г.

Сегодня отечественная черная металлургия главным образом работает на экспорт. В 2009 г. из нее вывезли около 28,0 млн т проката черных металлов (55%), практически столько же было в 1999–2002 гг. Внутреннее потребление проката по сравнению с 2008 г. сократилось на 7,7 млн т.

Сильнее всего пострадало производство специальных сталей — тех, которые обладают высокими техническими качествами и во многом определяют тех-

нологический прогресс и безопасность любого государства. Среди предприятий, изготавливающих ее, — Ступинский металлургический комбинат, «Электро-сталь» (Московская область), Кулебакский металлургический завод, ныне ОАО «РУСПОЛИМЕТ» (Нижегородская область), Чебаркульский метзавод (Челябинская область), Ижевский металлургический завод (Удмуртия), «Серп и Молот» (Москва) и ряд других. Например, в 1985 г. их производство на заводе «Красный Октябрь» (Москва) достигало около 2 млн т в год. К 2010 г. оно упало до 350 тыс. т. Подобным образом обстоят дела и на остальных предприятиях металлургии.

В качестве одного из ярких примеров кризисной ситуации можно привести динамику выпуска весьма важного для современной промышленности материала — проката нержавеющей стали. В ходе проведения реформ он был парализован почти полностью — его уровень снизился примерно в 20 раз в период с 1990 по 1998 г. И небольшой подъем в 1999–2000 гг. так и не превратился в устойчивую тенденцию. К 2009 г. ситуация несколько изменилась: производство незначительно возросло, но не превысило 110 тыс. т. При этом внутренние потребности промышленности России составляли до 225 тыс. т. Основными причинами импорта в нашу страну нержавеющей стали, преимущественно из Китая, являлись и являются высокая себестоимость и низкое качество проката на отечественных предприятиях, что в свою очередь вызвано применением у нас неэффективных высокотехнологичных технологий и старого оборудования.

Итак, можно уверенно сказать: резкое падение производства спецсталей и качественных сталей остается ведущей проблемой российской металлургии. При этом надо выделить и отсутствие у государства стимулирования инноваций в данной отрасли, и ошибочную переориентацию финансовых ресурсов на сырьевой сектор экономики, который так и не стал катализатором развития смежных отраслей. Для пояснения ситуации обратим внимание на то, что в странах ЕС средняя величина удельных вложений в модернизацию составляет около 50\$ на 1 т стали, а в России — менее 19\$/т. И как уже отмечено, только в деле выпуска труб этот показатель поднялся до мирового уровня.

ВЗГЛЯД НА СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ

Исторически черная металлургия СССР формировалась на базе богатых специфических железных руд, запасы которых были сосредоточены на Урале* и в Сибири. По мере истощения последних возникла необходимость их обогащения, но концентраты с высоким содержанием железа оставались, как правило, многокомпонентными, т.е. из полезных элементов содержали не только железо. Сейчас на Ура-

*См.: Л. Леонтьев. История металлургии Урала. — Наука в России, 2009, № 4 (прим. ред.).

**Электрическая печь.
Серовский металлургический завод
(Орловская область).**

ле преобладает рудное сырье комплексного типа, а железорудное — завозится на заводы за тысячи километров, что при современных железнодорожных тарифах существенно удорожает себестоимость металла.

Наиболее крупные запасы комплексных железосодержащих руд представлены титаномагнетитами. Они расположены вдоль всего Урала с севера на юг до Аральского моря, в Сибири, на Дальнем Востоке, на Кольском полуострове, в других районах. Как правило, руды этого типа, кроме железа и титана, содержат ванадий и прочие редкие элементы. В широком масштабе титаномагнетиты перерабатывают Нижнетагильский комбинат (Урал) и Чусовской металлургический завод (Пермский край), однако степень извлечения ванадия всего около 30%, а титан не добывается вообще.

Возросшие требования к материалам для магистральных трубопроводов диктуют потребность в освоении свариваемых сталей повышенной прочности. В их числе, наряду с малоуглеродистыми сталями, используемыми ранее, сегодня все шире применяют низкоуглеродистые и низколегированные. Их легирование, кроме 1,5% марганца, предполагает наличие ниобия, ванадия, молибдена и бора при одновременном ограничении по углероду. Но эффективная переработка таких комплексных руд требует разработки и реализации новых, ресурсосберегающих технологий, которых пока в стране нет.

Возрождение Тырныаузского вольфрамомолибденового комбината (Кабардино-Балкария) позволило бы обеспечить российскую металлургическую промышленность соответствующими концентратами. И на Челябинском электрометаллургическом комбинате уже построены специализированные цеха, хотя пока там выпускают другие ферросплавы, а цех по производству ферромolibдена, к сожалению, вообще законсервирован.

Поэтому государству необходимо будет приложить большие усилия для восстановления сырьевой базы выплавки ферросплавов, обеспечивающих получение высококачественных сталей, в том числе стратегического назначения. Приоритетным направлением в модернизации должна стать реконструкция сталеплавильного производства с заменой устаревшего оборудования кислородно-конвертерным и электросталеплавильным, а также использование внепечной обработки и непрерывной разливки стали. Необходимо также поставить вопрос о расширении минерально-сырьевой базы за счет комплексной переработки руд и минералов и вовлечение в производственный процесс природных богатств нашей страны.

НОВЫЙ ПОДХОД К НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Как уже было отмечено, металлургические предприятия в нашей стране испытывают острую потреб-



ность в современных технологиях, в модернизации производства и повышении конкурентоспособности продукции. И должный научно-технический прогресс или инновационное развитие могут быть представлены в виде трех основных этапов: получение новых знаний, разработка опытной методики или образцов, создание промышленной технологии или агрегатов.

Первый и второй этапы, как правило, реализуют государственные национальные лаборатории, академическая или вузовская наука. За третий в СССР отвечали отраслевые институты, которые тиражировали научные разработки и внедряли их в промышленность.

При этом в первую очередь все прикладные исследования проводили в институтах Министерства черной металлургии. Результаты научных работ представляли соответствующим заводам, которые, как и институты, принадлежали государству. Система была командной и недостаточно эффективной, однако она приводила к значительным успехам в решении ряда главнейших задач.

В современной России логика инновационного развития металлургии нарушена. Государство практически прекратило централизованно финансировать отраслевую науку, переложив эту обязанность на предприятия, а они снизили затраты на различные разработки в десятки раз и почти ликвидировали остатки собственных исследовательских и конструкторских подразделений. Но несмотря на все вышесказанное, уральские научные сотрудники, в том числе работающие с 1998 г. в инновационно-технологическом центре «Академический»^{*} — одном из семи первых таких учреждений в России, — все же пытаются противостоять этим временным трудностям и продолжают проводить крупнейшие исследования по изучению структуры и физико-химических свойств металлов, термической обработки сталей и

^{*}См.: Л. Леонтьев и др. Инновационно-технологический центр «Академический». — Наука в России, 2003, № 2 (прим. ред.).



**Качканарский
горно-обогатительный комбинат.**

сплавов, использованию металлургического сырья. Именно они предложили имеющую для Урала огромное значение технологию комплексного использования качканарских руд (основного источника получения ванадия), успешно решили задачу снабжения страны этим сырьем на базе титаномагнетитовых руд и разработали комплекс прогрессивных схем переработки бедных окисленных никелевых руд.

Тем не менее значительных трансформаций в технической и инвестиционной политике отечественных металлургических компаний за последние годы так и не произошло; инновационные разработки по повышению качества стали и изделий из нее выполнены лишь в Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН (Москва).

При возросшей ведомственной зависимости нашей науки сложилась система освоения денег, когда чиновники сами определяют потребности в инновациях без учета интересов реального сектора экономики, распределяют бюджетные средства между аффилированными структурами, а в результате получают малозначимые и не готовые для коммерциализации разработки. Наши предприятия не участвуют в формировании госзаказа на соответствующие работы, не имеют льготного налогообложения для финансирования исследований и, соответственно, слабо заинтересованы в приобретении научной продукции. И хотя за рубежом отечественным предпринимателям предоставляют более льготные соглашения по кредитованию, но они связаны с такими условиями поставки импортных технологий и оборудования, которые зачастую не являются уникальными или прогрессивными. Это способствует снижению конкурентоспособности продукции наших предприятий и повышению себестоимости ее производства.

Можно ожидать, что в ближайшее время мало кто из наших производителей стали противостоит настулению китайских компаний с их современными заводами, огромными объемами производства, низкой себестоимостью продукции и высоким уровнем качества стремительно развивающейся науки.

Словом, отечественная металлургическая отрасль должна быть серьезно переориентирована на внутреннего потребителя. Для чего нужно обеспечить процесс перехода всей индустрии страны на путь модернизации с обеспечением устойчивого роста в машиностроении, строительстве, оборонной, перерабатывающей промышленности и т.д. Необходимо также активное вмешательство государства, в первую очередь через создание госзаказа, обеспеченного соответствующим капиталовложением и жестким протекционизмом. Может быть, это произойдет в рамках реализации платформы «новые технологии и материалы металлургии».

Наконец, по нашему мнению, одним из наиболее эффективных решений может стать интеграция усилий академической и вузовской науки в рамках подержанных серьезным государственным финансированием целевых программ. Это позволит как повысить качество специального образования, так и получить новые технологии и продукты, готовые составить конкуренцию всем мировым производителям.

Первым положительным сдвигом в усилении внимания к возрождению металлургии явилось решение Правительственной комиссии о создании в г. Екатеринбурге «Технико-внедренческого центра металлургии и тяжелого машиностроения». При этом Научный совет РАН по металлургии и металловедению совместно с Республиканским институтом интеллектуальной собственности представил указанной Комиссии предложения о форме и структуре названного центра, ориентации его деятельности. В плане подготовки к его созданию планируется провести в июне 2011 г. Всероссийскую научно-техническую конференцию «Проблемы и перспективы развития металлургических предприятий с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР*». Ее цель — анализ сложившегося положения в металлургии и машиностроении; изучение направлений фундаментальных и прикладных исследований институтов РАН, вузов и их соответствия запросам промышленных предприятий; выявление приоритетов развития черной и цветной металлургии, оценка перспектив сырьевой базы с точки зрения металлургической пригодности, отбор новых качественных технологий.

*НИОКР — научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы.

НАСТУПЛЕНИЕ НА КОСМОС

Российские научно-исследовательские аппараты после небольшого годовичного перерыва, вызванного и неудачами (потерями автоматических станций), и финансовыми проблемами, вновь поднимаются в космос. Какие события станут в 2011 г. знаковыми для его освоения? Ответ на этот вопрос корреспонденту газеты «Поиск» Дмитрию Мысякову дал директор Института космических исследований (ИКИ) РАН академик Лев Зеленый. Он сообщил, что сейчас завершается подготовка к серии чрезвычайно важных, можно даже сказать, исторических запусков.

Летом этого года на вытянутую орбиту (с апогеем 350 тыс. км) выйдет отечественный спутник «Радиоастрон». Параболическое зеркало его телескопа диаметром 10 м сначала будет в сложенном состоянии, а после выхода на орбиту развернется. Вкупе с глобальной наземной сетью своих «собратьев» в Пуццино (Россия), Канберре (Австралия) и Грин-Бэнке (США) он составит единую крупномасштабную интерферометрическую систему, что позволит получать изображения радиоисточников и измерять их координаты с точностью до 8 миллионных долей секунды дуги. А это, в свою очередь, поможет заглянуть в ближайшие окрестности ядер радиогалактик и «черных дыр»*, в глубины областей образования молодых звезд во Вселенной. Заметим, комплекс аппаратуры, установленный на борту «Радиоастрона», разработан в Астрокосмическом центре Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) под руководством академика Николая Кардашева, сам же аппарат сделан в центре Научно-производственного объединения им. С.А. Лавочкина (г. Химки Московской области). Новый радиотелескоп в научном сообществе уже прозвали «русским Хабблом». По точности он будет даже в чем-то превосходить американский аналог — автоматическую обсерваторию «Хаббл», со-

зданную совместными усилиями НАСА и Европейского космического агентства и выведенную в 1990 г. на орбиту вокруг Земли.

В этом же году, отметил Зеленый, стартует программа запуска малых космических аппаратов на базе унифицированной платформы «Карат», выполненной НПО им. С.А. Лавочкина в виде бескорпусной негерметичной конструкции массой ~100 кг. С ней связано около 25 проектов «Роскосмоса». В числе приоритетных — вывод на орбиту пяти исследовательских спутников в интересах Российской академии наук.

Первый аппарат этой серии — «Зонд-ПП» — будет оборудован радиометром L-диапазона (Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН) для решения задач дистанционного зондирования Земли: картирования влажности почв, солёности водных акваторий и изучения энергообмена системы океан-суша-атмосфера. Эти данные чрезвычайно важны в прогнозировании изменений окружающей среды и климата. При полосе обзора в 450 км он имеет пространственное разрешение ~50 км и способен различать 10 градаций влажности или 5 — солёности. Несмотря на довольно скромные параметры, прибор вполне конкурентоспособен с существующими зарубежными аналогами. Но по сути это будет первый спутник, специально ориентированный на данные исследования.

Не меньший интерес, по словам Зеленого, представляют второй и третий аппараты: «Моника» (Московский инженерно-физический институт), предназначенный для изучения физических механизмов генерации космических лучей, образующихся в активных процессах на Солнце и в гелиосфере, и «Рэлек» (Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова) — для исследования физических механизмов воздействия энергичных частиц различного происхождения на атмосферу Земли.

*См.: А. Черепашук. Тайны Вселенной. — Наука в России, 2011, № 3 (прим. ред.).



Электрические испытания полностью собранного и укомплектованного штатными образцами бортовой аппаратуры космического аппарата «Радиоастрон» в Научно-производственном объединении им. С.А. Лавочкина.

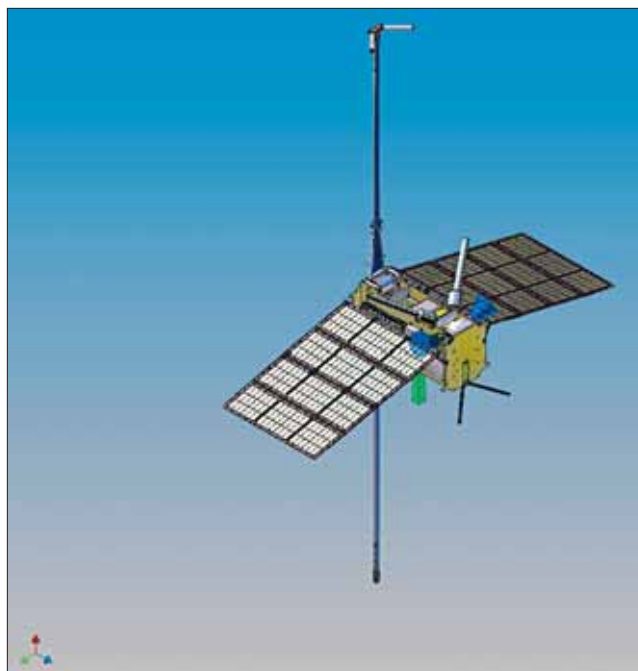
Четвертый из запланированных спутников — «Корнус-М» (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург) — нацелен на изучение космических гамма-всплесков. А «Странник», в котором ИКИ объединил около десяти участников, предполагает многомасштабные измерения — от инерционной длины электрона до межзвездного ветра. Его отличительная особенность — двигатели коррекции, с помощью которых спутник сможет менять орбиту. За свои мобильные качества он и получил такое название.

Одно из основных достоинств малоразмерных космических аппаратов — ценовая привлекательность изготовления и выведения в космос. Они открывают путь к формированию спутниковых систем связи, непрерывного мониторинга земной поверхности. К этому следует добавить их высокую «живучесть» и надежность. Не случайно Федеральной космической программой предусмотрено создание серии малых аппаратов, способных выполнять задачи, которые еще 20 лет назад были по силам лишь многотонным гигантам.

Специалисты ИКИ вместе с коллегами из ФИАНа и НИИЯФа МГУ, констатировал Зеленый, завершили

проект «Чиби́с», получивший «путевку в жизнь» еще в 2004 г. «И приборы, и сам аппарат от начала до конца создавали в академии, на академические деньги, — подчеркнул он. — Процесс затянулся из-за понятных проблем с финансированием, но теперь мы можем гордиться тем, что впервые сделали собственный, уникальный микроспутник». Он направлен на изучение тонких физических процессов, происходящих в начале молниевых разрядов. В 1992 г. выдающийся физик-теоретик из ФИАНа академик (с 2003 г.) Александр Гуревич предположил, что их рождение сопровождается так называемым «пробоем на убегающих электронах» и генерацией довольно мощных всплесков гамма-излучения. Позже эти явления обнаружили зарубежные астрофизические спутники, но многое, считает Зеленый, еще нужно уточнить и проверить в специальном, «заточенном» именно под эту проблему эксперименте.

Он рассказал и о необычном способе доставки «Чибиса» к месту работы. Аппарат полетит на борту транспортного корабля «Прогресс» к Международной космической станции в универсальном пусковом контейнере. Сначала космонавты извлекут его,



Компьютерная модель микроспутниковой платформы «Чибис».

чтобы добраться до других «посылок» с Земли, а затем погрузят обратно. Корабль отчалит от МКС и поднимет спутник до высоты 500 км на неиспользованном топливе, оставшемся в баках, там и произойдет автоматический «выброс» его в космос. «Это будет один из самых дешевых способов запуска непилотируемых аппаратов, — отметил Зеленый, — потому что раньше «Прогрессы» просто сводили с орбиты и топили в Тихом океане. Сейчас они могут принести серьезную пользу науке».

Впервые исследования грозовых явлений будут проводить одновременно в разных спектрах электромагнитных излучений. Ведь в комплект аппаратуры спутника входят рентгеновский гамма-детектор, ультрафиолетовый детектор, радиочастотный анализатор, цифровая фотокамера оптического диапазона, а также плазменно-волновые приборы. Полученные данные, несомненно, позволят вплотную приблизиться к разгадке механизма возникновения молний при грозе.

Однако главным событием для российской космической отрасли, по мнению Зеленого, станет старт автоматической станции «Фобос-Грунт»*, намеченный на ноябрь 2011 г., а точнее — на 11.11.11. Именно такое интересное число определено как оптимальное окно для запуска. Проект предусматривает перелет аппарата к Марсу, посадку на его спутник Фобос, забор грунта и доставку на Землю.

Эти два небесных тела давно интересовали ученых разных стран, но особую активность проявляли советские специалисты. Как заметил ученый, американцы часто шутили: мол, «красные рвутся к Красной

планете». Первая экспедиция состоялась в конце 1980-х годов. Причем по социалистической традиции были запущены 2 дублирующих аппарата. Один потерялся по дороге, а второй долетел, сблизился с Фобосом, поработал несколько месяцев и тоже пропал. Полученных данных, в основном по плазменной оболочке Марса, ученым хватило на много лет работы. И когда определялась цель для новой межпланетной экспедиции, было решено вернуться к Фобосу. Но если в первый раз его исследовали дистанционно, т.е. с помощью лазерных ударов по поверхности, то теперь речь идет о посадке и получении образцов грунта.

Специалисты считают: для науки он может оказаться даже интереснее, чем Марс. Скорее всего, подметил Зеленый, Фобос был когда-то астероидом, а спутником стал в результате захвата силой марсианской гравитации. Ученые полагают, что он в известной степени сохранил свойства реликтового вещества — того «строительного материала», из которого когда-то образовались Солнце и планеты.

Однако изучать эти небесные тела контактными методами крайне сложно — из-за достаточно высоких скоростей движения. А тут сама природа позаботилась: поймала Фобос в своеобразную ловушку. При этом собственная гравитация у маленького — около 20 км в диаметре — спутника совсем небольшая. С него гораздо проще, чем с Марса, улететь обратно на Землю: топлива нужно меньше.

Кроме того, продолжил Зеленый, по пути к конечной цели аппарат неминуемо выйдет на орбиту вокруг Красной планеты и в течение примерно полугода будет постепенно приближаться к ней. Тем временем пройдут эксперименты по дистанционному зондированию ее поверхности и его атмосферы. Из де-

*См.: Э. Галимов. Российский проект «Фобос-Грунт». — Наука в России, 2006, № 1 (прим. ред.).



Модель космического аппарата «Фобос-Грунт».

вятнадцати приборов станции, большая часть которых создана впервые, причем по характеристикам не имеет аналогов в мире, треть предназначена для этой программы.

Аппарат обеспечен грунтозаборным устройством усовершенствованной конструкции: к традиционному манипулятору добавлен ударный инструмент наподобие знакомого всем молотка, разработанный польскими коллегами. С его помощью породу для взятия проб можно будет дробить. Хитрость в том, что он безотбойный — иначе при столь незначительной гравитации сила отдачи от удара может просто «вытолкнуть» технику в космос.

Взятый на Фобосе грунт (ученый не исключил возможность обнаружения в нем кроме собственного еще и марсианское вещества, осевшего после «бомбардировок» метеоритами) отправится к Земле, а приборы продолжают работу: будут изучать сам спутник, вести мониторинг климата ближайшей загадочной планеты и пространства вокруг нее. Обработкой этой информации займутся специалисты из ИКИ, Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, а также их коллеги из Франции и Германии.

Кроме научного значения «Фобос-Грунт» исключительно важен для будущих российских планетных исследований. Аппарат, созданный в НПО им. С.А. Лавочкина, должен стать базовым для последующей серии межпланетных проектов. «Ведь наши козыри, — заключил Зеленый, — изучение небесных тел контактными методами, с помощью посадочных аппаратов. В свое время это было блестяще продемонстрировано на Луне: 2 лунохода и 3 возвратные ракеты позволили отечественной науке сделать фантастический рывок вперед. Сегодня надежды связаны с Фобосом, но уже есть планы полета к спутнику Юпитера — Европе. На мой взгляд, это направление может и должно стать магистральным».

*Мысяков Д. К Марсу с молотком. —
Газета «Поиск», 8 апреля 2011 г.*

Иллюстрации из интернет-источников

Материал подготовила Марина ЕВГЕНЬЕВА

ПЕРВЫЙ КОСМОНАВТ



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

**Наши соотечественники —
основоположник современной аэродинамики Николай Жуковский
(член-корреспондент Петербургской АН с 1894 г.),
родоначальники теоретической и практической космонавтики
Константин Циолковский и Сергей Королев (академик АН СССР с 1958 г.) —
открыли человечеству дорогу в космос.
И первым шагнул по ней тоже гражданин России — Юрий Гагарин.**

В 1959 г. в частях Военно-Воздушных Сил СССР начали отбор кандидатов в космонавты — преимущественно из летчиков истребительной авиации в возрасте не старше 35 лет. Из 3461 претендента тогда зачислили лишь 20 человек, 12 из которых впоследствии закончили нашу академию. Всего же с ней связана судьба 30 покорителей неба, а дважды Герой Советского Союза Владимир Коваленок, трижды побывавший в космосе, 10 лет был ее начальником.

В этот первый отряд вошел и Юрий Гагарин*. Но его путь в неизведанное начался еще раньше. Обучаясь в Саратовском индустриальном техникуме (1950–1955 гг.), он стал членом физического кружка, и на од-

*См.: А. Орлов. Он открыл окно в космос. — Наука в России, 2004, № 4 (прим. ред.).

Королев встречает Гагарина.



**Гагарин и Титов в строю
слушателей академии
1 сентября 1961 г.**



**Первая женщина-космонавт
Валентина Терешкова
поздравляет Гагарина и Титова
с успешной защитой диплома.**

ном из его занятий, предварительно тщательно подготовившись, сделал доклад о Циолковском* и его изысканиях.

О том, какое впечатление на него произвело знакомство с трудами ученого, Юрий Алексеевич впоследствии вспоминал в книге «Дорога в космос» (1961 г.): «Это было посильнее и Жюль Верна, и Герберта Уэлса, и других научных фантастов... К. Э. Циолковский писал, что за эрой самолетов винтовых придет эра самолетов реактивных. И они уже летали в нашем небе... писал о ракетах, и они уже бороздили стратосферу. Словом, все предвиденное гением... сбывалось. Должна была свершиться и его мечта о полете человека в космические просторы. Свой доклад я закончил словами Константина Эдуардовича: «Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и

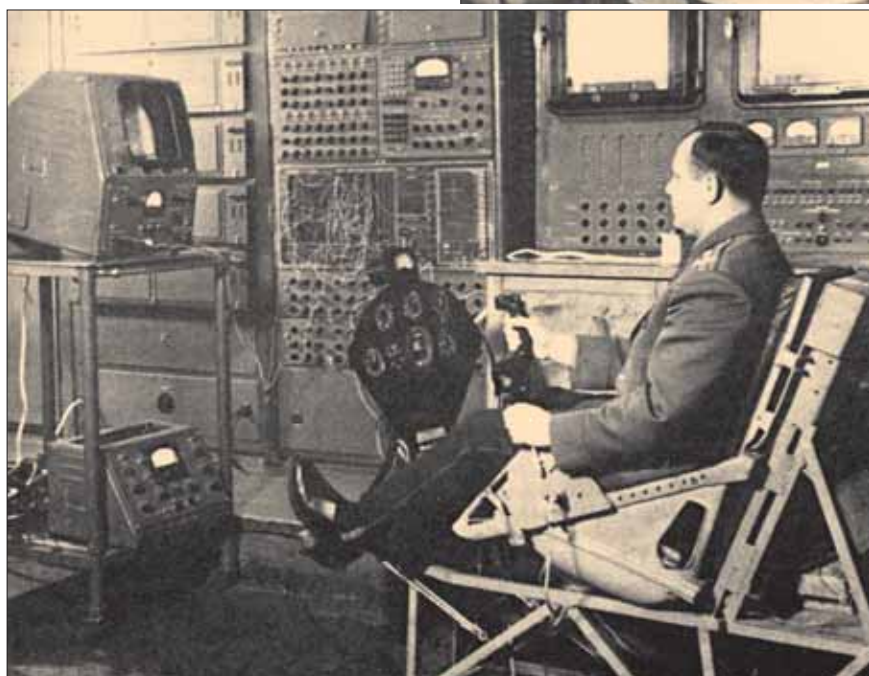
пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

И вот 12 апреля 1961 г. в 6 ч 7 мин с космодрома Байконур (ныне Республика Казахстан) стартовал пилотируемый корабль «Восток-1», неся первого человека, преодолевшего земное притяжение, а в 7 ч 55 мин полет был успешно завершён. Конструктор этого орбитального аппарата Сергей Королев* считал: уже побывавшим в космосе (в августе того же года Герман Титов на «Востоке-2» облетел нашу планету 17 раз) и тем, кому предстояло туда отправиться, недостаточно знаний, приобретенных в летных училищах, и поднял вопрос о необходимости получения ими инженерного образования. О Гагарине же академик отзывался так: «в Юре счастливо сочетаются природные мужество, аналити-

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

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

На практических занятиях по химии.



Гагарин на тренажере.

ческий ум, трудолюбие. Я думаю, что если он получит надежное образование, то мы услышим его имя среди самых громких имен наших ученых».

Конечно, Королев в первую очередь имел в виду наше учебное заведение*, к которому испытывал особое уважение: некогда он сам мечтал здесь учиться. Дело в том, что в 1924 г. будущий генеральный конструктор космической техники вместе с родителями был у начальника академии Александра Вегенера, который высоко оценил успехи в учебе и наработки юноши в области проектирования летательных аппаратов, но в то время выпускников средней школы в военные вузы не принимали. Вегенер обещал обратиться за содействием к вышестоящему командованию, и вско-

ре вопрос был решен в пользу талантливого молодого человека. Однако одновременно в Киевском политехническом институте открыли авиационное отделение, куда Королева уже зачислили, и семья (тогда жившая в Одессе) настояла на том, чтобы он учился поближе к дому.

При выборе академии для получения космонавтами фундаментального образования решающими стали такие факторы, как высокий интеллектуальный потенциал ее профессорско-преподавательского состава, накопленный опыт подготовки кадров, в том числе летчиков-инженеров-исследователей, наличие соответствующей учебно-лабораторной базы. К тому же с момента основания (1920 г.) наш вуз был в авангарде становления и развития мировой авиационно-космической науки и техники.

*См.: Б. Фомкин. Центр науки и образования Военно-Воздушных Сил. — Наука в России, 2011, № 3 (прим. ред.).



Гагарин сдает зачет по физике.



За первой партой.

А начиналось все так. В 1923 г. на заседании воздухоплавательной секции Военно-научного общества* с докладом о своих изобретениях выступил Циолковский и был избран почетным профессором академии. Высказанные тогда Константином Эдуардовичем идеи создания корабля для межпланетных путешествий вызвали глубокий интерес у ее воспитанников и сыграли определяющую роль при выборе многими из них жизненного пути.

Так, уже в 1929 г. группа ученых под руководством Бориса Стечкина (академик с 1953 г.) разработала основы теории воздушно-реактивных двигателей; в 1933 г. была запущена первая советская жидкостная ракета конструкции Михаила Тихонравова; в 1950-е годы доктор технических наук Тигран Мелькумов начал исследования силовых установок для гиперзвуковых и воздушно-космических летательных аппаратов. С 1958 г. по иници-

циативе Александра Реутова (член-корреспондент РАН с 1987 г.) и Геннадия Кондратенкова (доктор технических наук с 1971 г.) развернулись работы в области радиовидения (получения видимого изображения предметов с помощью радиоволн), нацеленные на повышение разрешающей способности соответствующих систем, обнаруживающих наземные, воздушные объекты, в том числе невидимые в оптическом диапазоне волн. Таков далеко не полный перечень научного «багажа» авиационно-космической направленности, накопленного академией к моменту первого выхода человека за пределы земного притяжения.

И уже через несколько месяцев после своего вошедшего в историю полета, 1 сентября 1961 г., Гагарин приступил к занятиям в нашем вузе. Пионер освоения безвоздушного пространства, находясь на вершине мировой славы, провел здесь шесть с половиной лет, блестяще защитил диплом и получил квалификацию летчик-космонавт-инженер. Вместе с ним в те годы учились другие космонавты первого набора — Герман Титов, Ан-

*Военно-научное общество — добровольная оборонная организация. Создано в 1920 г., в 1926 г. переименовано в Общество содействия обороне СССР (прим. ред.).

**Борис Волынов советуется
с Юрием Гагариным о подготовке
к полету на космическом корабле
«Восток-6». 1963 г.**



дриян Николаев, Павел Попович, Валерий Быковский, Алексей Леонов, Борис Волынов, Евгений Хрунов, Георгий Шонин. Виктор Горбатко, Дмитрий Заикин.

Юрий Алексеевич был командиром этой учебной группы, осуществляя взаимодействие с преподавательским коллективом. Для нее составили специальные планы занятий, программу, рассчитанную примерно на шесть лет и включавшую изучение общенаучных, инженерных, специальных дисциплин. На лекциях и семинарах Гагарин, как правило, сидел за первым столом, аккуратно вел конспект, задавал много вопросов, причем не только по теме предмета, но и выходящих за ее рамки. Получение знаний было его внутренней потребностью и, по мнению многих наставников, он впитывал в себя материал, как губка.

Конечно, учеба требовала большого физического, интеллектуального и эмоционального напряжения, так как сочеталась с подготовкой к новым полетам и общественной работой. Не случайно командование академии и Центра подготовки космонавтов уделяло большое внимание организации их физической подготовки и полноценного отдыха. Много времени требовалось и на визиты в зарубежные страны. Но даже во время таких поездок Гагарин и его сокурсники, вооружившись конспектами лекций, учебниками и другими материалами, использовали любую свободную минуту для подготовки к экзаменам и зачетам. Можно только представить себе, какой силой воли, трудолюбием, жадностью знаний надо обладать, чтобы выдержать подобную нагрузку.

Когда настало время дипломной работы, было решено, что она должна быть коллективной, комплексной и нацеленной на разработку пилотируемого воздушно-космического аппарата многоразового использования. Вместе со своими научными руководителями космонавты активно, заинтересованно обсуждали тему и структуру проекта, выработали его общую идеологию, затем, по предложению Поповича, доложили ее Сер-

гею Королеву и получили полную поддержку академика. Все члены «звездной» группы решали собственные задачи, в совокупности составлявшие единую проблему: Титов занимался системой аварийного спасения, Попович — силовой установкой, Николаев — расчетом аэродинамических характеристик и теплозащиты, Хрунов — системой ориентации, Быковский — топливной системой и т. д.

Юрию Алексеевичу, как «главному конструктору», досталось самое трудное — выбор, обоснование аэродинамической компоновки орбитальной ступени и решение посадки. Его руководителем был заместитель начальника академии по учебной и научной работе, возглавлявший инженерную подготовку отряда первых космонавтов доктор технических наук Сергей Белоцерковский. И вот настал день, когда в протоколе заседания Государственной экзаменационной комиссии появилась запись: «Комиссия отмечает высокий уровень дипломной работы, способность дипломанта к научной работе и в связи с этим рекомендует ему обучение в заочной адъюнктуре ВВИА имени профессора Н. Е. Жуковского». Успешно закончили учебу и его сокурсники.

Приведем некоторые отзывы, увековеченные в нашем памятном альбоме «Летчики-космонавты СССР — выпускники академии», хорошо характеризующие их отношение к своей «альма матер». Юрий Гагарин: «В память о первых космических полетах с благодарностью за науку, которую вы нам дали. С искренним уважением». Борис Волынов: «С особым чувством теплоты вспоминаются годы учебы в прославленной Академии, тишина и сосредоточенность аудиторий, деловитость лабораторий. Кроме прочных и глубоких знаний мы получили гораздо большее. Добрые, мудрые советы наших старших товарищей всегда служат надежной опорой в жизни, в профессиональной деятельности. Хочется выразить сердечную благодарность профессорско-преподавательскому составу, всему коллективу



Юрий и Валентина Гагарины,
Нина и Сергей Королевы. Сочи. Май 1961 г.

Академии за самоотверженный творческий труд на благо нашей Родины!».

Герман Титов: «Я рад, что для меня и моих товарищей академия им. проф. Н. Е. Жуковского стала тем фундаментом, который помогает нам успешно решать сложные вопросы космических исследований. Низкий поклон нашим учителям за труд и заботу, за доброе к нам отношение». Павел Попович: «Мы шли в «Жуковку», чтобы получить высшее образование. Но получили гораздо больше. Профессорско-преподавательский состав научил нас решать специальные вопросы с точки зрения инженера-исследователя. Спасибо вам за науку трудиться! Это очень здорово помогло мне выполнить программу двух космических полетов. Пусть всегда «Жуковка» идет в первых рядах кузницы инженерных кадров ВВС». Еще десятки благодарных высказываний и добрых пожеланий хранит книга отзывов расположенного в академии мемориального музея-кабинета Гагарина, где он работал над дипломным проектом.

Мечта Королева сбылась: первый космонавт планеты получил надежное образование. Но ученым статья ему было не суждено. Через 40 дней после защиты диплома, 27 марта 1968 г., Юрий Гагарин совершал тренировочный полет вместе с другим нашим выпускником, командиром летной подготовки космонавтов Героем Советского Союза полковником Владимиром Серегиным. Их самолет потерпел катастрофу, в результате оба погибли.

С глубокой болью переживала трагедию наша страна, да и весь мир. Тем не менее жизнь продолжалась и ставила задачи дальнейшего научного роста космонавтов. Большую роль в их становлении как специалистов высшей квалификации сыграл Сергей Белоцерковский, имевший в этой сфере огромный опыт, безоши-

бочно определявший потенциальные возможности соискателей, умевшего выбрать для них перспективные направления исследований и современную методологию их проведения.

В итоге среди космонавтов — выпускников и сотрудников академии, воспитанников ее научных школ — кандидатские диссертации защитили Юрий Артюхин, Валерий Быковский, Борис Воинов, Виктор Горбатов, Лев Демин, Владимир Коваленок, Алексей Леонов, Андриян Николаев, Валентина Пономарева, Павел Попович, Ирина Соловьева, Валентина Терешкова, Евгений Хрунов, Георгий Шонин, докторские — Токтар Аубакиров, Юрий Лончаков, Герман Титов.

Память о подвиге каждого из этой плеяды, напряженном труде преподавателей, давших им фундаментальное инженерное образование, всегда будет одной из самых ярких страниц истории нашего вуза. В его стенах периодически проходят встречи сотрудников и слушателей с первопроходцами Вселенной, посвященные различным событиям в жизни академии, авиации и космонавтики. Особо памятна одна из них, организованная в феврале 2008 г. к 40-летию выпуска первого отряда космонавтов, к которой была издана книга «Звездный выпуск «Жуковки»», изготовлена и вручена гостям настольная юбилейная медаль.

В музее академии экспонируются бюсты космонавтов-выпускников, а на фасаде административного здания рядом с мемориальными досками в честь главного маршала авиации Константина Вершинина и народного комиссара авиационной промышленности (в 1940–1946 гг.) генерал-полковника Алексея Шахурина помещена посвященная Юрию Гагарину. Школа, техникум, летное училище, строевая часть, полет по околоземной орбите, учеба, деятельность в качестве командира отряда космонавтов, заместителя начальника Центра подготовки космонавтов — вот основные вехи его короткой, но яркой жизни. И проходя каждый ее этап, Юрий Алексеевич оставался добрым, веселым, открытым, умным, целеустремленным и, не смотря на всеобщее восхищение, конечно, чуждым «звездной болезни». Таким мы его помним и любим.

В заключение приведу слова президента Академии наук СССР в 1961–1975 гг. академика Мстислава Келдыша*: «Юра был горяч. Горяч в деле. Все, что касалось нашей работы, волновало и трогало его. Он с детской непосредственностью радовался каждому нашему успеху, тяжело переживал, если возникали какие-либо препятствия. Нет, он не боялся трудностей. Он очень болел за дело. Очень! Своей страстью, добросовестностью, исключительным чувством ответственности заражал всех нас. Мы учились у него».

*См.: Б. Четверушкин, К. Брушлинский. Наш директор; Л. Зеленый, О. Закутняя. Главный теоретик и стратег отечественной космонавтики. — Наука в России, 2011, № 1 (прим. ред.).

ЗАГАДКИ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ

Значительный прогресс, достигнутый в последние годы в изучении физики Солнца, связан прежде всего с бурным развитием космических средств наблюдения. И тем не менее многие фундаментальные вопросы в этой области по-прежнему остаются открытыми. О том, какие из них находятся в фокусе внимания астрофизиков, корреспонденту газеты «Поиск» Василию Янчилину рассказал победитель конкурса 2011 г. по государственной поддержке научных исследований молодых российских ученых, ведущий научный сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) доктор физико-математических наук Сергей Богачев.

Несомненный интерес, отметил он, вызывают вопросы, связанные с «жизнедеятельностью» короны (внешних слоев атмосферы Солнца). Поверхность нашего светила, как известно, имеет температуру около 6000 °С, а в тонком в солнечных масштабах, так называемом переходном слое, где плотность плазмы снижается на несколько порядков, она достигает 1,5 млн °С. Получается, что энергия как бы передается от относительно холодного тела к горячему. Это происходит, по утверждению Богачева, под действием неких особых механизмов. Благодаря космическим средствам, позволяющим наблюдать объект с уникальной степенью детализации, есть возможность обнаружить и изучить причины данного феномена.

Ученые уже знают: ни одно из известных крупных проявлений солнечной активности к нагреву не имеет отношения. Такой вывод сделан из недавних экспериментов. В 2008-2009 гг., когда это небесное светило прошло один из самых глубоких за последние 260 лет наблюдений минимумов своей «жизнедеятельности», ученые не зарегистрировали на нем ни солнечных пятен, ни вспышек, ни даже сильных магнитных полей. Тем не менее корона в тот период не остыла, ее размеры и плотность не уменьшились, что свидетельствует об одном: формирование горячей атмосферы Солнца идет за счет некоторых микропроцессов, пока не на-

блюдаемых, но происходящих практически непрерывно. И современными методами можно определить, где они протекают: непосредственно над поверхностью светила регистрируется область толщиной около 10 тыс. км, на нижней границе которой температура составляет примерно 4500 °С, а на верхней — уже около миллиона. Очевидно, какие бы механизмы ни «трудились» над нагревом короны, заключил Богачев, работают они именно здесь.

Чтобы понять их природу, надо значительно повысить точность необходимых наблюдений. Сегодня изучение внешних слоев атмосферы звезды ведут с пространственным разрешением ~1-2 угловых секунд. Такие характеристики имел комплекс космических телескопов ТЕСИС, разработанный в начале 2000-х годов в лаборатории рентгеновской астрономии Солнца ФИАН, наблюдавший объект с российского спутника «Коронас-Фотон»*, запущенного 30 января 2009 г. с космодрома Плесецк (г. Мирный Архангельской области). Это неплохой показатель, констатировал Богачев, но для ответа на фундаментальные вопросы о структуре и динамике короны его недостаточно.

Схожая ситуация и по временному разрешению. Сегодня космические телескопы позволяют получать изображения с шагом в несколько десятков секунд (это время экспозиции и обработки снимка в космосе), тогда как процессы, вызывающие повышение температуры внешних слоев небесного светила, длятся не более 1-10 с. По оценкам астрофизиков, для разгадки проблемы нагрева солнечной и звездных атмосфер нужно увеличить линейное и временное разрешение техники как минимум в 10 раз. Исходя из современного уровня приборостроения, обе эти задачи можно решить в течение 5 лет. Если все пойдет по плану, отметил Богачев, то в 2015 г. мы получим с орбиты первые изображения интересующей нас области с требуемой детализацией.

*Рентгеновская спектроскопия Солнца. — Наука в России, 2011, № 2 (прим. ред.).



Заключительная операция перед запуском спутника «Коронас-Фотон» 30 января 2009 г.: снятие защитных крышек на телескопе и установка термозэкрана.



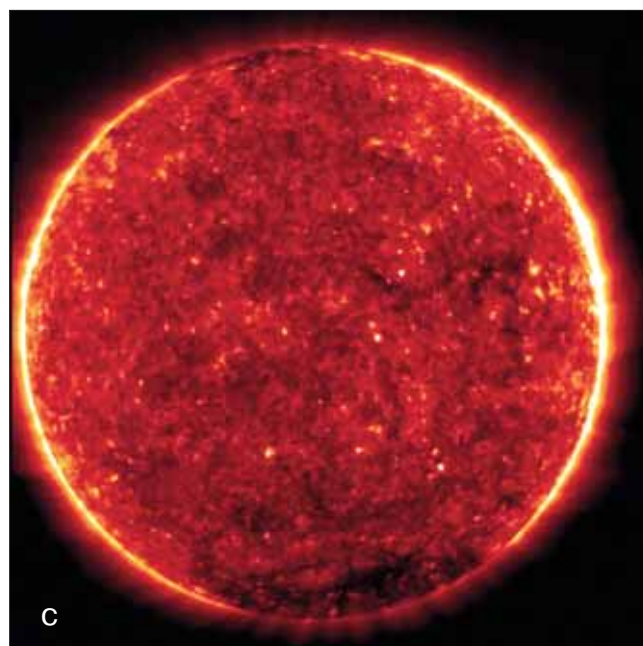
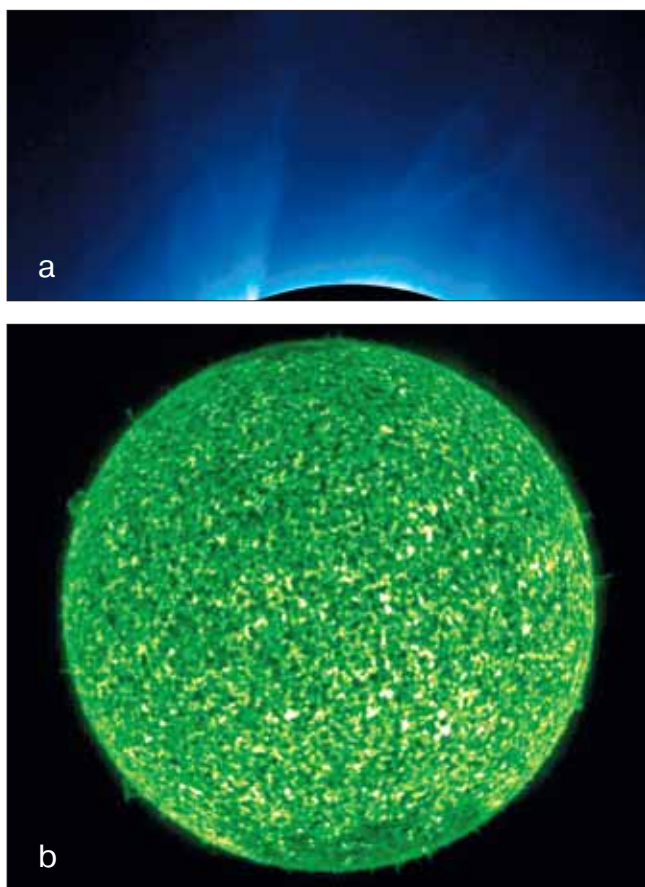
Спутник «Коронас-Фотон», пристыкованный к ракете, перед запуском на космодроме Плесецк.

В ходе эксперимента ТЕСИС, продолжавшегося до 1 декабря 2009 г., пока не вышла из строя космическая платформа Метеор-3М с научным оборудованием, специалисты зафиксировали благодаря качественной рентгеновской оптике уникальное временное разрешение — до 4 с — против типичных для этого диапазона 30–60. Для сравнения: уже после прекращения работы наших приборов Национальное аэрокосмическое агентство США (НАСА) вывело на орбиту новейшую солнечную обсерваторию SDO, телескопы которой специально «трудились» на получение максимального временного разрешения. И тем не менее американцам не удалось превзойти россиян.

Богачев сообщил и о ближайших планах: используя данные комплекса ТЕСИС (а это около 20 тыс. кад-

ров), детально изучить все быстрые процессы в области нагрева короны, узнать, существуют ли там микровспышки, наблюдаются ли колебания, какая энергия в них запасена, как быстро она переходит в тепло. Это лишь часть большой программы, ее конечная цель — вывод в 2015 г. специализированного малого научного спутника для изучения мелкомасштабных процессов в короне, для чего предложена новая концепция телескопов с разрешением 0,15 угловой секунды, что позволит увидеть структуры с линейным размером 100 км. Ее разработали две группы специалистов из ФИАНа и НАСА. В проекте принимают участие также европейские научные коллективы.

По словам Богачева, сейчас мы наблюдаем настоящий бум в солнечной физике: открыты перспективные направления, по каждому сформулирован широ-



Первые изображения Солнца, полученные российской обсерваторией ТЕСИС со спутника «Коронас-Фотон» 20 февраля 2009 г. во время первого пробного включения аппаратуры на орбите.

a – Дальняя корона Солнца. Температура плазмы ~1 млн °С.
b – Переходный слой Солнца. Температура плазмы ~80 тыс. °С.
c – Нижняя солнечная корона. Температура плазмы ~1 млн °С.

кий круг задач. Одно плохо: не хватает крупного отечественного спутника, работающего в различных диапазонах. Ведь никакие «чужие» данные, убежден ученый, не заменят собственный активный эксперимент, в котором ты сам формулируешь задачи и выбираешь объекты для изучения. В 2009 г. такую возможность давала обсерватория ТЕСИС, но ее уже нет на орбите, поэтому руководство ФИАНа ищет полноценную замену утраченному спутнику. К слову, отечественный проект под рабочим названием «Солярис» с участием 10 научных организаций страны уже проработан. Сейчас усилия направлены на его включение в космическую программу.

Главная его цель, сказал Богачев, продолжить цикл исследований, начатый на «Коронас-Фотоне». Тогда были получены интересные результаты при изучении солнечных макроспикул — достаточно быстрых и многочисленных всплесков раскаленного ионизированного газа продолжительностью 5-10 мин, регистрирующихся на краю солнечного диска. Впервые в мире телескоп измерил ускорение плазмы внутри струй и показал: оно отличается от гравитационного и, следовательно, управляется некоторой неизвестной силой. Эти данные имеют выход на две фундаментальные проблемы: одна связана с нагревом короны, вторая касается ускорения солнечного ветра, берущего начало на тех же самых высотах.

Но все-таки самое загадочное явление на Солнце, открытое ФИАНОм еще в 2001-2005 гг. с помощью российско-украинского спутника «Коронас-Ф», запущенного 31 июля 2001 г. и прекратившего существование в результате естественной эволюции орбиты 6 декабря 2005 г., — это так называемые горячие точки. В короне, заметил Богачев, без видимой причины возникают компактные объекты размером до 10 тыс. км, имеющие температуру свыше 10 млн °С, а в отдельных всплесках — до 30. Скажем, в марте-апреле 2009 г. в условиях глубочайшего минимума солнечной активности приборы зарегистрировали на фоне совершенно спокойного солнечного диска около 20 «пожаров». Объяснений этому пока нет. Главную трудность представляет все тот же вопрос об источниках нагрева. Возможно, проект «Солярис» разрешит эту загадку, и тогда наши знания о физике Солнца существенно дополнятся.

Янчилин В. Корона с подогревом. — Газета «Поиск», 8 апреля 2011 г.

Иллюстрации с сайта проекта ТЕСИС лаборатории рентгеновской астрономии Солнца (ФИАН)

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

ДВА ГУМАНИСТА

Марина ХАЛИЗЕВА, журналист

Полтора столетия назад лидеры двух могущественных стран России и США — император Александр II (1818-1881) и президент Авраам Линкольн (1809-1865) изменили ход всемирной истории. Первый 19 февраля 1861 г. подписал Манифест, освободивший 22 млн российских крестьян от крепостной зависимости, а второй, возложив на себя чрезвычайные полномочия, спустя два года поставил подпись под Прокламацией об освобождении («эмансипации») рабов. Этим значительным датам в развитии цивилизации была посвящена документальная выставка «Царь и Президент: Александр II и Авраам Линкольн. Освободитель и Эмансипатор», проходившая под эгидой двусторонней российско-американской Президентской комиссии Медведева — Обамы в феврале-марте 2011 г. в Москве в Выставочном зале федеральных архивов РФ.

Неизвестные ранее экспонаты, проливающие свет на подробности отношений двух государственных деятелей, сначала в течение нескольких месяцев демонстрировали в США в рамках празднования 200-летнего юбилея Линкольна. Экспозиция, стартовавшая за океаном летом 2008 г., дала возможность рядовым американцам ознакомиться с уникальной коллекцией личных вещей и документов 16-го по счету хозяина Белого дома и российского монарха. Многие жители Нового Света откры-

ли для себя «русские аспекты» биографии Линкольна и немало удивились тому, сколь плодотворной была в XIX в. связь России и США. Инициатором мероприятия стал Фонд американо-российского культурного сотрудничества, свой вклад внесли также архивы, музеи и обладатели частных коллекций обоих государств. Научными руководителями проекта выступили президент упомянутого Фонда Джеймс Саймингтон и директор Государственного архива РФ доктор исторических наук Сергей Мироненко. Они

*Поздравления,
приносимые его величеству
императору Александру II
членами императорской
фамилии после совершения
коронования 26 августа 1856 г.
Художник Михаил Зичи.
Из Коронационного альбома
Александра II. 1856 г.*



же способствовали организации подобной выставки на московской земле. Из американских крупнейших музеев, библиотек, фондов и частных коллекций в столицу доставили личную переписку руководителей двух стран, фотографии, скульптуры и портреты Линкольна, его родных. Свои раритеты предоставили Госархив РФ, Государственный Исторический музей, Эрмитаж, Российский архив Военно-морского флота, Российский государственный архив древних актов, Архив внешней политики Российской империи Министерства иностранных дел РФ. Всего 200 подлинных экспонатов из американских и отечественных собраний, подобранных по принципу исторических параллелей, разместились в трех залах.

«За 200 лет отношений между Соединенными Штатами и Россией, — сказал на церемонии открытия чрезвычайный и полномочный посол США Джон Байерли, — основными их чертами были прагматизм и дружба. И нет более яркого примера этой дружбы и этого духа прагматизма, чем данная выставка и личная история президента Авраама Линкольна и царя Александра II».

На первый взгляд параллели в судьбах двух правителей могут показаться не вполне уместными. Линкольн — выходец из бедной фермерской семьи, по сути, самоучка без всякого формального образования, добившийся верховной власти в результате политической борьбы путем использования демократических процедур. Император Александр II — наследный монарх из династии Романовых, с рождения гото-

вившийся к управлению государством. Но при всем различии в происхождении, воспитании, способах восхождения к вершине власти оба оказались убежденными демократами. От вступления на престол Александра II (1855 г.) и инаугурации Авраама Линкольна (1861 г.) до самой смерти (от рук убийц) два лидера проводили политику, направленную на коренные изменения социальных, экономических и политических сторон жизни общества. Присутствовавший на торжествах бывший конгрессмен США Джеймс Саймингтон, чей прадед — Джон Хей — был личным секретарем Линкольна, а после госсекретарем при американском президенте Теодоре Рузвельте (1901–1909 гг.), назвал их «друзьями, которым не суждено было встретиться, но близкими по духу людьми».

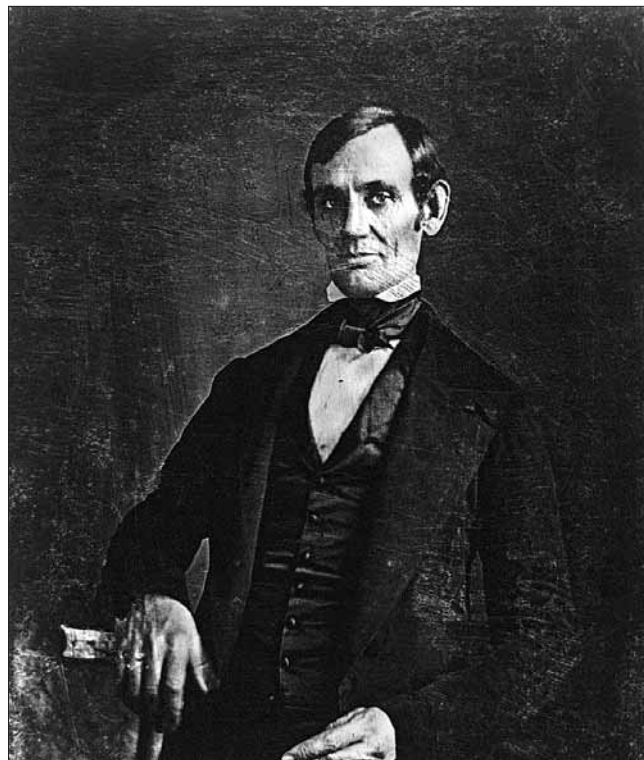
ОСВОБОДИТЕЛЬ И ЭМАНСИПАТОР

Концепция выставки построена на аналогии между двумя хронологически близкими документами: Манифестом об отмене крепостного права в России и Прокламацией, даровавшей свободу рабам в Америке.

Напомним, после Крымской войны 1853–1856 гг. России с коалицией Великобритании, Франции, Турции и Сардинии за господство на Ближнем Востоке в нашей стране наступил новый этап, названный современниками эпохой Освобождения (или эпохой Великих реформ). Действительно, поражение в войне, подорвавшее внешний и внутренний авторитет царизма, обострило социальные противоре-



Император Александр II Освободитель.
Художник Николай Лавров. 1868 г.
Артиллерийский музей (Санкт-Петербург).



Авраам Линкольн.
Фото Николаса Шеперда. 1846 г.
Библиотека Конгресса США (Вашингтон).

чия, что ускорило укрепление и обновление в 1860–1870-х годах государственных основ, связанных, в том числе, и с отменой крепостного права. Подготовка реформы затрагивала жизненные устои огромной страны, и царствующий в тот период Александр II не решился взять ответственность всецело на себя. Но в России в то время не было ни конституции, ни парламента, ни Совета министров, поэтому для разработки Манифеста и «Положений 19 февраля 1861 г.» ему потребовалось создать громоздкую систему центральных и местных учреждений.

Крепостники, конечно же, мечтали так или иначе похоронить реформу. Однако император проявил необыкновенную настойчивость. В самый ответственный момент он назначил председателем Главного комитета по крестьянскому делу своего брата Константина Николаевича, сторонника либеральных мер. А на последнем заседании этого собрания сам отстаивал основные положения документа. 19 февраля 1861 г., в шестую годовщину своего восшествия на престол, он подписал все законоположения о реформе и Манифест об отмене крепостного права. Правительство же, опасаясь народных волнений, отложило публикацию документа на две недели для принятия предупредительных мер. Только 5 марта после обеда его зачитали в церквах. А на разводе караула в Михайловском манеже царь сам выполнил эту миссию. Так пало крепостное право в России. «Положения 19 фе-

вря 1861 г.» распространялись на 45 губерний Европейской России, в которых насчитывалось «22 563 тыс. душ обоего пола крепостных крестьян», с момента публикации законодательных актов переставших считаться собственностью. Правительство объявило их «свободными сельскими обывателями», обозначив их гражданские права — свободу вступления в брак, самостоятельное заключение договоров и ведение судебных дел, приобретение недвижимого имущества на свое имя.

А реформаторская деятельность Линкольна развивалась на фоне Гражданской войны 1861–1865 гг. между южными и северными штатами, раскалывающей Союз. Заправлявший делами в Белом доме президент все мысли и действия направил на то, чтобы спасти наследие отцов-основателей — ценности и принципы республики, изложенные в Декларации независимости и конституции. Рабство, без сомнения, стояло в центре борьбы между Севером и Югом, и стремление президента восстановить национальное единство трансформировалось в решимость покончить с этим позорным явлением. Уже в июле 1862 г. Линкольн пришел к выводу о необходимости издания Прокламации об освобождении («эмансипации») негров, но осуществил задуманное только в сентябре сразу после сражения при Энтитеме (г. Шарпсберг, штат Мериленд), изменившего военную ситуацию в пользу федеральных войск. Согласно документу все рабы, находящиеся в «мятеж-

**Линкольн рассматривает
представление
первого проекта Прокламации
об освобождении рабов
в своем кабинете.
Художник Фрэнсис Карпентер.
1864 г. Библиотека Конгресса
США (Вашингтон).**



ных штатах», объявлялись свободными. Это географическое ограничение было сделано сознательно, чтобы обеспечить лояльность населения в пограничных штатах и в уже занятых областях. И хотя часть политиков критиковала Прокламацию, вступавшую в законную силу 1 января 1863 г., скрыть ее взрывной характер было невозможно. К слову, эта революционная мера стала началом конца конфедератов.

Русский царь отпустил крестьян на волю росчерком гусиного пера. Как отметил заведующий отделом Государственного Исторического музея Андрей Яновский, «фактически этим пером русская история разделилась на две части: феодальная монархия закончила свое существование, началась буржуазная монархия, новая форма правления». Американский же президент воспользовался при подписании акта, объявлявшего всех рабов на территории мятежной конфедерации «навечно свободными», перьевой ручкой. Оба поистине исторических предмета, хранящиеся соответственно в Государственном Историческом музее и фондах Исторического общества штата Массачусетс в Бостоне — центральные экспонаты выставки. Живой интерес вызвали и тексты Манифеста и Прокламации. Правда, на стенд попал не первый экземпляр американского воззвания. «Страховая стоимость оригинала, — заметил заместитель директора Государственного архива РФ Сергей Балан, — составляет 6,5 млн долларов. И, к сожалению, исключительно по финансовым соображениям мы не могли потянуть страховку». Здесь же — учебные тетради, письма, документы о реформаторской деятельности Александра II (Госархив РФ), официальные тексты первых поправок к Конституции США, фактически завершивших процесс формирования основного закона, — 13-й (1865 г.), запрещавшей рабство, 14-й (1868 г.), защищавшей права граждан, и 15-й (1870 г.), гарантировавшей равные избирательные возможности, независимо от цвета кожи и расы.

Среди раритетов — знаменитая Геттисбергская речь Линкольна с его пометками — образец красноречия и риторики американского лидера, вошедший в мировую литературу. Он произнес ее 19 ноября 1863 г. в Геттисберге (штат Пенсильвания) на открытии большого солдатского кладбища. В ходе Гражданской войны летом 1863 г. под этим городом столкнулись два войска численностью 160 000 солдат. Северу удалось эффективно использовать свое огромное материальное и численное преимущество, и конфедераты под руководством генерала Роберта Ли отступили в Виргинию. В битве погибло более четверти от общего состава воюющих с той и другой стороны. Выступая на похоронах, Линкольн в десяти предложениях сформулировал значение Гражданской войны и, используя блестящие формулировки, подчеркнул основные демократические ценности США: равноправие всех людей, их право на свободу и народное правление. «Эти погибшие, — заявил он, — умерли не напрасно, эта нация с Божьей помощью переживет возрождение свободы и правление народа, благодаря народу и для народа, никогда не исчезнет с лица земли».

Посетители обратили внимание на знаменитый портрет Линкольна кисти Джона Хили, копия которого украшает Парадную столовую Белого дома, скульптурные работы Огастеса Сент-Годенса (1848-1907), обретшего славу после создания им памятника герою Гражданской войны адмиралу Дейвиду Фаррагуту в Нью-Йорке (1881 г.).

«ВАШ ДОБРЫЙ ПРИЯТЕЛЬ» — «ВАШ ХОРОШИЙ ДРУГ»

Американские историки называют дружбу Александра II и Линкольна вершиной российско-американских отношений. Они никогда не встречались и были знакомы только по переписке. Сохранилось 10 посланий российского императора американскому



*Команда фрегата «Ослябя».
Александрия, штат Виргиния,
США. Ноябрь 1863 г.
Библиотека Конгресса США
(Вашингтон).*

президенту на французском и русском языках, датированные 1860–1864 гг. (оригиналы хранятся в Национальном архиве США), а также письма Линкольна Александру II (Государственный архив РФ). Посетители сами могли посмотреть, как сказал Джеймс Саймингтон, «на великолепные по стилю сообщения, которыми обменивались оба лидера наций». В переписке российский царь рассказывал президенту, в частности, о рождении своего сына, великого князя Павла, племянников — великих князей Михаила, Вячеслава, Георгия и Петра, каждый раз завершая повествование лаконичной фразой: «Ваш добрый приятель». «Великий и добрый друг! — отвечал ему 26 сентября 1862 г. из Вашингтона Линкольн. — Я получил письмо, посланное мне Вашим Величеством 6 июля, с сообщением о том, что 1 числа Ее Императорское Высочество Великая Княгиня Александра Иосифовна, супруга любимого брата Вашего Величества Его Императорского высочества Великого Князя Константина Николаевича, счастливо родила сына, получившего имя Вячеслав. Ваше Величество справедливо судит о чувствах, которые я испытываю по поводу, столь важному для Вашего Императорского Дома... Прошу Ваше Величество принять мои искренние поздравления по этому случаю. Прошу у Всевышнего защиты для Вас и Вашей семьи. Ваш хороший друг А.Л.»

Оба правителя горячо желали лучшей судьбы для своих стран, о чем убедительно рассказывают документы тех лет, хранящиеся в Архиве внешней политики Российской империи МИД, Российском архиве Военно-морского флота, Государственном архиве РФ,

Национальном архиве США. Многие были представлены на выставке. Вот что пишет из Санкт-Петербурга министр иностранных дел Российской империи князь Александр Горчаков (соученик великого поэта Александра Пушкина по лицу) посланнику России в США Эдуарду Стекло 28 июня/10 июля 1861 г.: «С самого начала возникновения конфликта, поселившего несогласие в Соединенных Штатах Америки, наш Государь следит за развитием кризиса. Государь, к своему глубокому сожалению, видит, что американские граждане уже готовы развязать в своей стране гражданскую войну — этот самый страшный бич политических обществ. В течение более 80 лет своего существования Американский союз обязан своей независимостью, своим прогрессом согласию между его членами, освященному под покровительством его знаменитого основателя (Джорджа Вашингтона, первого президента США. — *Прим. ред.*) учреждениями, которым удалось примирить единение со свободой. Оно дало миру зрелище беспрецедентного в анналах истории процветания...

Американский союз в наших глазах является не только существенным элементом мирового политического равновесия, но представляет нацию, к которой наш Государь и вся Россия питают самый дружественный интерес, так как две страны, расположенные на концах двух миров, как бы призваны к естественной солидарности интересов и симпатий, чему они уже давали доказательства...

В этом духе я приглашаю Вас высказываться перед Президентом и членами федерального правительства».

Убийство Авраама Линкольна
в Театре Форда.
Литография, выполненная
на американской фирме
«Керриер и Айвз». 1865 г.
Библиотека Конгресса США
(Вашингтон).



РУССКИЕ ЭСКАДРЫ В США

Дружественные отношения Линкольна и Александра II, как следует из содержания выставки, сыграли важнейшую роль в критический для США период Гражданской войны. На пике противостояния между северными и южными штатами именно Россия оказалась, по сути, единственным союзником едва завоевавших независимость американцев, а русские фрегаты, отправленные Александром II в США, предотвратили возможное вмешательство в кровопролитную борьбу ведущих европейских держав — Англии и Франции. Об этих событиях рассказывают документы выставки.

24 сентября 1863 г. эскадра контр-адмирала Степана Лесовского в составе 3 фрегатов («Александр Невский», «Пересвет» и «Ослябя»), корветов «Варяг» и «Витязь» и клипера «Алмаз» общей численностью свыше 3 тыс. человек встала на рейд порта Нью-Йорк. Почти одновременно в Сан-Франциско прибыла эскадра под командованием контр-адмирала Андрея Попова в составе 4 корветов («Богатырь», «Калевала», «Рында», «Новик») и 2 клиперов («Абрек» и «Гайдамак»). Памятные открытки с изображением этих кораблей украшали выставочные витрины.

Первые недели пребывания русских за океаном, по словам историков, были заполнены пышными церемониями и торжествами. В Белом доме в честь наших морских офицеров состоялся прием. Государственный секретарь Уильям Сьюард писал американскому послу в России Клею по этому поводу: «Президент искренне хотел, чтобы их прием... мог отразить сердечность и дружбу, которые нация питает к России... и я счастлив сказать, что это желание было реализовано. Визит русского флота оживленно обсуждался

американской прессой. Русские моряки не оставались в долгу перед американцами. На кораблях обеих эскадр прибывали представители самых различных слоев населения. Гостями русских моряков были механики, заводчики, литейщики, которые открывали русским свои достижения, свои фирмы и заводы. Американские деятели медицины установили дружественный контакт с корабельными врачами».

В знак особого расположения к гостям власти США организовали поездку группы наших моряков в действующую Потомакскую армию. Русских офицеров во главе с капитаном 1-го ранга Иваном Бутковым сердечно принял ее главнокомандующий генерал Джордж Мид.

Заключительным аккордом гостеприимства стали празднества, организованные в Бостоне 19 июня 1864 г. На прощальном обеде мэр города сказал: «Русская эскадра не привезла нам ни оружия, ни боевых снарядов для подавления восстания, но она принесла с собою более этого — чувство международного братства, свое нравственное содействие». По словам другого оратора: «Россия показала себя в отношении к нам мудрым, постоянным и надежным другом».

В 1866 г. состоялся ответный визит военно-морской эскадры США под командованием заместителя военно-морского министра Густавуса Фокса.

Посетители выставки увидели благодарственный адрес делегации американских граждан, среди которых был известный писатель Марк Твен, врученный 26 августа 1867 г. Александру II после их встречи в Ливадии. «Америка многим обязана России — является ее должником во многих отношениях, и в первую очередь за непоколебимость ее дружбы в годы



**Император Александр II
на смертном одре.**
Художник
Константин Маковский. 1881 г.
Государственная
Третьяковская галерея
(Москва).

суровых испытаний, — писали жители США. — Мы молим Бога с упованием о том, чтобы эта дружба продолжалась и в будущем; мы знаем с уверенностью, что Америка благодарна и всегда будет благодарна России и ее Государю; а что Америка предаст эту дружбу умышленно, несправедливым поступком или несправедливой политикой, даже вообразить было бы изменой...».

РОКОВОЙ ИСХОД

Еще одним совпадением, к сожалению, трагическим, в судьбах Александра II и Линкольна стала гибель обоих от рук террористов. В 1865 г., через пять дней после окончания Гражданской войны, на спектакле «Мой американский кузен» в вашингтонском Театре Форда сторонник южан актер Джон Уилкс Брут проник в президентскую ложу и выстрелил Линкольна в голову. Утром следующего дня, не приходя в сознание, тот скончался. Шестнадцать лет спустя, в 1881-м, пролилась кровь Александра II. Он умер 1 марта в Зимнем дворце Санкт-Петербурга вследствие смертельного ранения, полученного на набережной Екатерининского канала от взрыва бомбы, брошенной ему под ноги народовольцем Игнатием Гриневицким — в день, когда намеревался одобрить конституционный проект российского военачальника Михаила Лорис-Меликова.

Спустя 130 лет после этого убийства зритель увидел мундир лейб-гвардии Саперного батальона (реликвия впервые покинула стены Эрмитажа) и саблю (Государственный Исторический музей), бывшие на императоре в роковой час. Осколками при взрыве задето сукно, расшитый воротник оторван, на рукаве —

следы крови царя-освободителя... Напоминанием о драматических событиях стали рисунок художника Александра Лебедева, запечатлевшего монарха после покушения в окружении членов семьи, и картина известного русского художника Константина Маковского «Император Александр II на смертном одре» (1881 г.) из Государственной Третьяковской галереи (Москва).

На соседней витрине — неиспользованный билет на спектакль 14 апреля 1865 г. в Театр Форда, где эмансипатор получил смертельное ранение, прижизненная маска Авраама Линкольна (1860 г.) из Исторического музея Чикаго, картина «Смерть Линкольна» (1868 г.) Александра Ритчи, «прописанная» в Мемориальной библиотеке Джона Хэя Университета Брауна (г. Провиденс, штат Род-Айленд, США), пропуск в Восточную комнату президентской резиденции в Вашингтоне на церемонию похорон.

И последняя ремарка: перед входом в Выставочный зал федеральных архивов внимание прохожих привлекала пятиметровая скульптурная композиция народного художника России Александра Бурганова: два великих правителя скрепили союз рукопожатием. И хотя этот жест нарушает историческую справедливость (ведь они так никогда и не встретились!), тем не менее он полностью отражает характер и дух экспозиции.

«ГНЕЗДО ОГНЕННОГО ОРЛА»

Знаменитый Патомский кратер, обнаруженный в 1949 г. геологом Владимиром Колпаковым, — до сих пор один из самых таинственных природных объектов в мире. Расположен он в Бодайбинском районе Иркутской области, по размерам и внешнему виду похож на лунный. Высота — около 40 м, диаметр по гребню — 86 м. Местные якуты, давно знающие о существовании конуса, называют его «гнездом огненного орла», а речку, текущую у подножия, «огненной рекой». Сами эти названия вызывают у ученых немалый интерес, еще больший — происхождение самого кратера.

На этот счет есть несколько десятков версий, но основных — две. По одной он образовался в результате падения метеорита. Первым такое предположение высказал после проведения геолого-съемочных работ сам Колпаков. Некоторые его последователи даже оценивали глубину (180–200 м) залегания в кратере космического тела и считали его фрагментом Тунгусского метеорита, упавшего в сибирской тайге 30 июня 1908 г.*

Другую точку зрения в 1951 г. высказал известный вулканолог, член-корреспондент АН СССР Сергей Обручев. В статье в газете «Наука в Сибири» в конце 2010 г. его версию и ряд других ученых поддерживал доктор геолого-минералогических наук, сотрудник Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (Иркутск) Виктор Антипин. Он уверен, что Патомский кратер мог образоваться только в результате прорыва со значительных глубин газопаровой струи в участке, ослабленном тектоническими разломами.

*См.: Э. Галимов, М. Назаров. Столетие Тунгусского события. — Наука в России, 2008, № 3 (прим. ред.).

Об этом свидетельствуют геолого-геохимические исследования, проведенные специалистами в комплексных экспедициях 2006, 2008 и 2010 гг., в том числе Виктором Антипиным. Он считает: эндогенные (глубинные) причины возникновения данного явления связаны, очевидно, с развитием магматического процесса.

Так, еще в 2006 г. было установлено: Патомский кратер представляет собой кольцевую структуру с отчетливо выраженной зональностью, отражающей его последовательное образование. Главные структурные элементы: внешний склон конуса, кольцевой вал, такой же ров и центральная горка. То есть кратер представляет собой насыпной конус, сложенный преимущественно известняками, однако на нем встречаются и другие породы — песчаники, сланцы, кварцевые жилы.

Когда составляли карту кратера, ученые пришли к мнению, что наиболее возвышенная его часть — кольцевой вал — разделена неглубоким понижением в рельефе на две части. На раннем этапе образования внутренний вал сложился из серых известняков (есть глыбы сланцев и песчаников, на которых растут лишайники). А внешний, более поздний, сформировался уже из темно-серых массивных кристаллических известняков, слабо подверженных процессам выветривания (тут лишайники отсутствуют). И становление Патомского кратера, по мнению Антипина, по-видимому, завершилось формированием центральной горки, у вершины представленной массивными кристаллическими известняками, едва затронутыми процессами выветривания.



Патомский кратер.

Наибольший интерес у сибирских геохимиков вызвали анализы состава отдельных глыб песчаников и сланцев внутри насыпного конуса, вынесенные из большой глубины кратера при его формировании. Они содержат химические элементы: стронций, кальций, барий, серу. За пределами же конуса их гораздо меньше. Очень мало элементов так называемой группы железа, особенно никеля, что исключает образование кратера в ходе падения метеорита.

В результате экспериментов установлено: более мелкие, раздробленные глубинные породы были выброшены газом на поверхность после взрыва. В них много серы, стронция, карбонатных минералов (кальцит, сидерит, анкерит, флюорит). То есть геохимические характеристики пород позволяют предполагать существование на глубине кратера субвулканического магматического тела.

А какой возраст кратера? В 2008 г. ученый из Сибирского института физиологии и биологии растений СО РАН (Иркутск) Виктор Воронин провел дендрохронологический* анализ спилов наиболее ста-

рых лиственниц рядом с кратером и в нем самом и заключил: он образовался в XV – начале XVI в. Некоторым деревьям, например, на насыпном конусе 400–480 лет, на раннем кольцевом валу – 250–300, на центральной горке всего 70. Значит, подтверждается вывод геологов о том, что данный объект формировался в течение длительного времени и произошел от какого-то катастрофического события, связанного с различными этапами эндогенной активности.

Но окончательно ли Патомский кратер ныне стабилизировался? Судя по устойчивому запаху сероводорода, в нем и сегодня происходят какие-то вулканические процессы. Ученые намерены продолжать исследования этого уникального природного феномена.

*Антипин В. Патомский кратер —
уникальный геологический объект в Восточной Сибири. —
«Наука в Сибири», 2010, № 43*

Иллюстрация из газеты «Наука в Сибири»

Материал подготовил Александр ВАСИН

*Дендрохронология — дисциплина о методах датировки археологических остатков и природных явлений, основанная на анализе годовичных колец древесины (прим. ред.).

«ПЕВЕЦ ОСЕНИ И ГРУСТИ»

Павел ФОКИН,
Государственный Литературный музей
(Москва)

**С октября 2010 г. по апрель 2011 г.
в Доме Остроухова в Трубниковском переулке
(выставочные залы —
филиал Государственного Литературного музея)
была развернута экспозиция «Чаша жизни»,
посвященная 140-летию со дня рождения
Ивана Бунина (1870-1953), —
первого отечественного лауреата
Нобелевской премии по литературе.**

Проникновенные слова посвятил этому выдающемуся мастеру слова его собрат по перу Константин Паустовский (статья «Иван Бунин», 1956 г.):

«Бунин дошел, особенно в своей автобиографической книге «Жизнь Арсеньева», до того предела в области прозы, о котором говорили Чехов и Лев Толстой, — до предела, когда проза сливается в одно органическое неразделимое целое с поэзией, когда нельзя уже отличить поэзию от прозы и каждое слово ложится на душу, как раскаленная печать...

Бунина большинство знает главным образом как прозаика. Но как поэт он стоит на уровне своей прозы. У него много превосходных стихов.

Стихи эти, равно как и проза Бунина, говорят о необыкновенной его способности перевоплощаться, если можно так выразиться, во все то, о чем он пишет.

Почти мгновенно он схватывает и закрепляет в слове те черты людей и пейзажа, которые с особой точностью передают сущность того, о чем Бунин пишет.

Да, Бунин суров, почти безжалостен. Но вместе с тем он пишет о любви с огромной силой. Для него любовь гораздо шире и богаче, чем обычное представление о ней.

Для него любовь — это приобщение ко всей красоте и ко всем сложностям мира. Для него — это ночи,



Иван Бунин.
Париж. Апрель 1937 г.

дни, небо, беспредельный шум океана, книги и размышления — одним словом, это все, что существует вокруг.

Язык Бунина прост, даже временами скуп, очень точен, но вместе с тем живописен и богат в звуковом отношении, — от звенящей медью торжественности и до прозрачности льющейся родниковой воды, от размеренной чеканности до интонаций удивительной мягкости, от легкого напева до медленных раскатов грома.

В области языка Бунин мастер почти непревзойденный.

Как каждый большой писатель, Бунин много думал о счастье. Ждал его, искал и когда находил, то щедро делился им с людьми.

Судьба даровала этому выдающемуся мастеру слова долгий век. Он был свидетелем гибели Российской империи, рождения Страны Советов. На его глазах возникали тоталитарные режимы, «метались смятенные народы», человечество изощрялось в создании средств самоистребления, одновременно скатываясь к дикому варварству. Отравляющие газы, танки, боевая авиация, реактивное и ядерное оружие, концентрационные лагеря — не болезненные видения вымышленных литературных героев, а реалии XX в.

Часть длинного и многотрудного пути, пройденного писателем, наиболее полно отражает коллекция Государственного Литературного музея, в первую очередь включающая материалы, связанные с его жизнью на Родине до 1917 г. А ряд хранящихся здесь интересных экспонатов, в частности подаренные Бунину книги, надписанные авторами — прозаиками и поэтами русского зарубежья, любительские фотографии, относятся к более позднему, эмигрантскому, периоду. Стремясь построить как можно более исчерпывающий, точный и выверенный экспозиционный рассказ, к организации юбилейной выставки пригласили Российский государственный архив литературы и искусства, Государственный архив РФ*. Охотно согласились помочь необходимыми материалами наследники и хранители коллекции писателя Николая Телешева, Орловский объединенный государственный литературный музей И. С. Тургенева, московский Государственный музей Л. Н. Толстого, Российский фонд культуры. Книги и документы из личного собрания предоставил руководитель Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям Михаил Сеславинский.

Научную концепцию, структуру и экспозиционно-тематический план выставки разработала научный сотрудник музея Ольга Залиева, в течение нескольких лет тщательно изучавшая опубликованные, архивные и находящиеся в частных коллекциях биографические материалы, связанные с жизнью и творчеством Бунина. Художественное решение и оформление выставки осуществил коллектив молодых художников под руководством Юрия Решетникова.

Начало экспозиции задумано как триумф, кульминация биографии писателя — присуждение ему Нобелевской премии. Надо сказать, Бунина официально выдвигали на ее получение с 1931 г., и всякий раз он ждал решения Шведской академии в нервном напряжении. «Вчера и нынче — писал он накануне знаменательного события, — невольное думание и стремление не думать. Все-таки ожидание, иногда чувство несмелой надежды — и тотчас удивление: нет, этого не может быть! Главное — предвкушение обиды, горечи. И правда неприятно! За всю жизнь ни одного события, успеха...».

И в 1933 г. авторитетное жюри присудило Бунину высокую награду, что принесло ему пусть кратковременную, но заслуженную мировую известность, а русской эмиграции — признание европейского сообщества, в целом довольно равнодушно взиравшего на ее бедственное положение.

*См.: М. Хализева. Тайны Госархива. — Наука в России, 2011, № 1 (прим. ред.).



Анна Цакни
в день венчания с Буниным.
Одесса. 23 сентября 1898 г.

Бунин.
Орел. Сентябрь 1890 г.



В музее хранятся любительские фотографии, где писатель запечатлен в первый день триумфа в кругу семьи и друзей, газетные репортажи и отклики на это событие, афиша стокгольмского издательства «Gebers» с объявлением об издании на шведском языке его произведений. Кадры кинохроники позволяют перенестись в то время, стать свидетелем успеха отечественного мастера слова. Эстетическая и смысловая доминанта зала — фотокопия Нобелевского диплома.

Праздничная увертюра предвосхитила высокий эмоциональный тон всей экспозиции. Уже в самом ее начале мы видим: талант писателя возник из мощного культурного корня. Так, среди его предков была поэтесса Анна Бунина, творившая в конце XVIII — начале XIX в. (названная почитателями «русской Сапфо»*), — ее портрет 1823 г. по оригиналу Александра Варнека открывает живописную галерею представителей славного рода. Рядом акварель Петра Соколова (1838 г.), запечатлевшая ее современника стихотворца-романтика Василия Жуковского.

Семья всегда была дорога Бунину. Он с неизменным уважением отзывался об отце, испытывал нежную привязанность к матери, восхищался старшим братом Юлием, которому во многом был обязан своим образованием и развитием, поддерживал дружеские отношения с другим братом, Евгением, сестрой Марией. Этот мир — малая родина, глубинная, самобытная, неспешная и задумчивая, — запечатлен в фотографиях, письмах, первых поэтических опытах.

В старшем поколении молодой писатель искал духовную опору и поддержку. Примечательный экспо-

нат, относящийся к периоду его творческого становления, — письмо великого князя Константина Константиновича от 1896 г. 26-летний провинциал, пробавивший силы в поэзии, обратился к члену царской семьи, печатавшему свои стихи под псевдонимом «К. Р.», с просьбой о наставничестве. И тот искренне ответил: «Пообещав сообщить вам правила стихосложения, я взял на себя не совсем легкую задачу. Поэтому, многоуважаемый Иван Алексеевич, заранее прошу вас извинить меня, если я неясно изложу вам то, что сам узнал не из изучения, а урывками, то от того, то от другого».

Лев Толстой, вместе с которым отец будущего нобелевского лауреата служил в Севастополе во время Крымской войны 1853-1856 гг. (о чем не раз рассказывал сыну), был кумиром начинающего автора. Красноречивые свидетельства тому — экспонируемые копии писем и фрагмент воспоминаний Бунина о великом романисте.

С каждым годом писатель приобретал все новые знакомства в литературной среде. Это были люди, принадлежавшие к разным поколениям, художественным школам, идейным направлениям, скажем, представители реалистической школы Владимир Короленко, Антон Чехов (почетный академик Петербургской АН с 1900 г.)*, Максим Горький, модернисты Леонид Андреев, Валерий Брюсов, Константин Бальмонт. С одними он поддерживал знакомство, дружил, с другими разошелся навсегда. Истории этих взаимоотношений видны в экспонируемых письмах и документах.

*Сапфо (Сафо) — древнегреческая лирическая поэтесса (VII-VI вв. до н.э.) (прим. ред.).

*См.: В. Васильев. «Со временем все мои вещи должны увидеть свет...» (А. П. Чехов); Ю. Балабанова. Мелиховское семейство: Художник жизни. — Наука в России, 2010, № 1 (прим. ред.).



Вера Муромцева-Бунина,
вторая жена писателя.
Париж. 1928 г.



Портрет Ивана Бунина
работы Владимира Россинского.
1970-е годы.

Важной вехой творческой биографии Бунина стал сборник стихов «Листопад», опубликованный в 1901 г. издательством «Скорпион»*. Книга сразу привлекла внимание критики, пробудила интерес читателей к последующим публикациям автора; и все же с символическими ему оказалось не по пути. А вот кружок реалистического направления «Среда», собиравшийся в начале XX в. в течение нескольких лет по средам на московской квартире Николая Телешова, был духовно близок писателю. О царившей там неформальной атмосфере свидетельствуют шуточные прозвища, придуманные участниками друг для друга. Их список, составленный хозяином дома, а также бронзовый колокольчик с ручкой в форме фламинго, которым открывалось каждое заседание этого литературного объединения, представлены на выставке.

*«Скорпион» — основанное Брюсовым в 1899 г. издательство символистов (представителей самого значительного литературного модернистского течения, обращавшихся в своем творчестве не к разуму, а к чувствам, интуиции, искавших новые литературные формы). Выпускало книги, отличавшиеся изысканностью и изяществом (прим. ред.).

С неизменной сердечностью относился к «певцу осени и грусти», как нередко именовали Бунина, Антон Чехов, в шутку прозванный его на французский манер Букишоном, но всегда готовый помочь младшему собрату по перу советом и делом. В экспозиции есть одно из первых адресованных ему писем Чехова, датированное 30 января 1890 г.: «Милостивый Государь Иван Алексеевич! Простите, что я так долго не отвечал на Ваше письмо. Я был в Петербурге и только сегодня вернулся в Москву. Очень рад служить вам, хотя, предупреждаю, я плохой критик и всегда ошибался, особенно когда мне приходилось быть судьей начинающих авторов. Присылайте мне ваши рассказы, но только не те, которые уже были напечатаны. Готовый к услугам А.Чехов».

Романтическая привязанность, впрочем не получившая развития, возникла у Бунина к сестре Чехова. На фотографии 1900 г., сделанной в Ялте, писатель оставил дарственную надпись: «Милой, великолепной, прелестной Марье Павловне Чеховой от Ив. Букишона». Именно ей он посвятил рассказ «Свиданье».

ные» («Заря всю ночь»), опубликованный в журнале «Русская мысль»* (1902 г.).

В 1898 г. Бунин женился на дочери одесского журналиста и общественного деятеля Николая Цакни. Но брак оказался неудачным. Родившийся в 1900 г. сын Николай прожил недолго: через пять лет мальчик умер после непродолжительной болезни. Бунин тяжело переживал утрату. Трагический эпизод биографии писателя представляют две фотографии — пленительный образ прекрасной гречанки и тонкое, страдальческое лицо больного ребенка.

«В последние месяцы жизни, когда он почти не вставал с постели, у него на пледе всегда лежал последний портрет живого сына». Так вспоминала Вера Муромцева, знакомство с которой счастливо прервало неустроенность личной жизни Бунина. 4 ноября 1906 г. в доме литератора Бориса Зайцева он увидел очень красивую девушку, в ту пору слушательницу высших женских курсов Герье**, неторопливую и основательную, «с огромными светло-прозрачными, как бы хрустальными глазами, нежным цветом несколько бледного лица»***. Такой она и предстает на фотографии 1900-х годов.

Ставшая надежной спутницей жизни писателя, Вера Николаевна прошла с мужем через все испытания, приложила много усилий по сохранению его архива и творческого наследия, подготовила биографическую книгу «Жизнь Бунина», доведя в ней повествование до 1906 г., оставила содержательные воспоминания «Беседы с памятью».

В 1900-х годах супруги объездили почти весь свет. На многочисленных открытках, привезенных ими в качестве сувениров и присланных друзьям, запечатлены виды Константинополя, Афин, Александрии, Порт-Саида, Яффы, Иерусалима, Вифлеема, Хеврона, Бейрута, Баальбека, Дамаска, Иерихона, Коломбо, Сиракуз. Из своих путешествий писатель отправлял в русские газеты заметки и очерки. Пресса тоже не оставляла без внимания его дальние странствия, о чем свидетельствуют газетные вырезки с заметками «Бунин в Турции» (1903 г.), «Бунин в Индии» (1911 г.).

Известность будущего нобелевского лауреата неуклонно росла. В 1903 г. Петербургская АН за сборник «Листопад» и перевод «Песни о Гайавате» американского поэта Генри Лонгфелло присудила ему Пушкинскую премию. Издатели наперебой искали с ним знакомства. Миллионер-меценат Николай Рябушинский, затеявая новый литературно-художественный журнал «Золотое руно», обратился к Бунину 11 апреля 1906 г.: «Уважаемый Иван Алексеевич! Мне было бы очень приятно видеть Ваше имя в числе сотрудников «Золотого руна» и Ваши произведения на его страницах...». Охотно приняли его произведения

составители сборников издательства «Знание», в 1902–1909 гг. выпустившего первое собрание сочинений писателя.

В 1909 г. Бунина избрали почетным академиком, что иллюстрирует представленное в экспозиции уведомление от 4 ноября 1909 г., подписанное известнейшим филологом, действительным членом Петербургской АН Алексеем Шахматовым. Реакция общественности на данный факт была неоднозначной: одни завидовали («слишком молод!»), другие негодовали, как он мог принять это звание из рук тех, кто исключил из своих рядов Горького!

В 1912 г. «Среда» торжественно отметила 25-летие литературной деятельности писателя, ему преподнесли соответствующий адрес и подарки: литографированный портрет Пушкина с автографами членов творческого объединения, рисунок Апполинария Васнецова и «Сельский пейзаж» Василия Переплетчикова (представлены на выставке). Прекрасный пастельный портрет работы Владимира Россинского (1915 г.) запечатлел 45-летнего писателя — в возрасте, именовавшемся античными биографами «акме» («расцвет»). Исполненная достоинства свободная поза уверенного в себе человека, спокойный, внимательный взгляд, строгий, «академический» костюм передают цельность и значительность его личности, мужественную готовность смотреть жизни в глаза — уже шла Первая мировая война (1914–1918 гг.), с неотвратимостью надвигались октябрьские события 1917 г.

Впоследствии, занимаясь приведением в порядок бумаг мужа, Вера Николаевна записала: «Полдня переписывала дневник Яна (Бунина. — *Прим. ред.*). Как по-разному переживали мы большевиков. У него все уходило в ярость, в негодование». Революцию Бунин не принял. В первое время ему казалось, что возможно продолжать жить и работать в России. В 1918 г. супруги отправились в Одессу — на юг страны, еще свободный от красных. Но уже через год город оказался в их руках. Два карандашных рисунка Юрия Арцыбушева запечатлели образ писателя летом-осенью 1919 г.

Все это время Бунин, как суровый, но отнюдь не беспристрастный летописец, день за днем вел хронику «смутного времени XX в.», ставшую основой обвинительного документально-исторического памфлета «Окаянные дни» (на выставке можно увидеть фрагмент его первой публикации — в парижской газете «Возрождение» от 21 ноября 1925 г.). 6 февраля 1920 г. на пароходе «Спарта» он вместе с Верой Николаевной покинул Россию. Навсегда*.

На чужбине пришлось все начинать заново. Довольно быстро возникли эмигрантская пресса, издательства, время от времени проходили творческие вечера в пользу того или иного русского писателя. Впрочем, бедствовали страшно. Приходилось жизнь в дорогом Париже чередовать с относительно дешевыми провинциальными вариантами. С 1923 г. Бунины все больше времени проводили на съемных виллах в городке Грас (Приморские Альпы, у Средиземного моря). Здесь, вдали от политической суеты и ли-

*«Русская мысль» — самый распространенный и один из лучших ежемесячных литературно-политических журналов в России — выходил в Москве в 1880–1918 гг. (*прим. ред.*).

**Владимир Герье — историк, общественный деятель, член-корреспондент Петербургской АН (с 1902 г.); основал в Москве высшие женские курсы, которыми руководил в 1872–1905 гг. (*прим. ред.*).

***Цитата по: Б. Зайцев. Две Веры. Золотой узор: роман, повести. — М., 1991 (*прим. ред.*).

*См.: Н. Быстрова, «Ушедшие победители». — Наука в России, 2011, № 1 (*прим. ред.*).



В залах экспозиции.

тературных страстей, в небольшой коммуне, как-то незаметно сложившейся из молодых учеников мэтра, в течение нескольких лет он писал роман «Жизнь Арсеньева».

Многочисленные любительские фотографии запечатлели разнообразные сюжеты из жизни грасского дома и, конечно, его хозяина. В 1920-х годах Бунин резко сменил облик, сбрав бороду и усы. Помолодел. На фотографии, подаренной им Илье Фондаминскому*, — крепкая фигура в пляжном костюме: красивый торс, лепная мускулатура рук и ног («У него уз-

кие, аристократические ноги, и он, как он сам не раз признавался, гордится ими: «По рукам и ногам порода видна»», — вспоминала поэтесса и мемуаристка Ирина Одоевцева). На снимке шуточная надпись: «Только никому не показывайте, дорогой Илья Исидорович, а то скажут, что это комсомолец! И. Бунин 22. X. 1925 г.». Чувство юмора не оставляло его даже в трудные времена. Эмигрантский период жизни писателя иллюстрируют также редкие издания книг представителей русского зарубежья, подаренные ему авторами, — настоящий букет любви и уважения молодого поколения литераторов к корифею.

Как и для всех, очень трудными для Буниных были годы Второй мировой войны. Но именно в те мрачные дни, когда «чума» фашизма полонила всю Евро-

*Илья Фондаминский (псевдоним «Бунаков») — общественный деятель, публицист, член ЦК партии эсеров, с 1919 г. в эмиграции, один из основателей в Париже журналов «Современные записки» (1920-1940 гг.) и «Новый град» (1931-1939 гг.) (прим. ред.).

Вера Муромцева-Бунина
(третья слева)
и Иван Бунин (второй справа)
в Стокгольме.
13 декабря 1933 г.



пу и смерть стала разменной монетой повседневности, он создал свой «Декамерон» — цикл рассказов «Темные аллеи», ликующий гимн Жизни, Любви, Радости. Писатель послал его в 1947 г. Телешову и на обложке сделал комментарий: «Эта книжечка, изданная в Америке и только для Америки в начале 1943 г. всего в количестве 600 экз. и уже давно распроданная, заключала в себе только одну четвертую часть того, что мною написано под общим заглавием «Темные аллеи». Ив. Б.». А в сопроводительном письме заметил: «не смущайся ее некоторым смелым местам — в общем она говорит о трагичном и многом нежном и прекрасном, — думаю, что это самое лучшее и самое оригинальное, что я написал в жизни, — и не один я так думаю». На другом экземпляре четким каллиграфическим почерком, точно специально для создателей выставки, начертано: «Декамерон» написан во время чумы. «Темные аллеи» в годы Гитлера и Сталина — когда они старались пожрать один другого. Ив. Бунин».

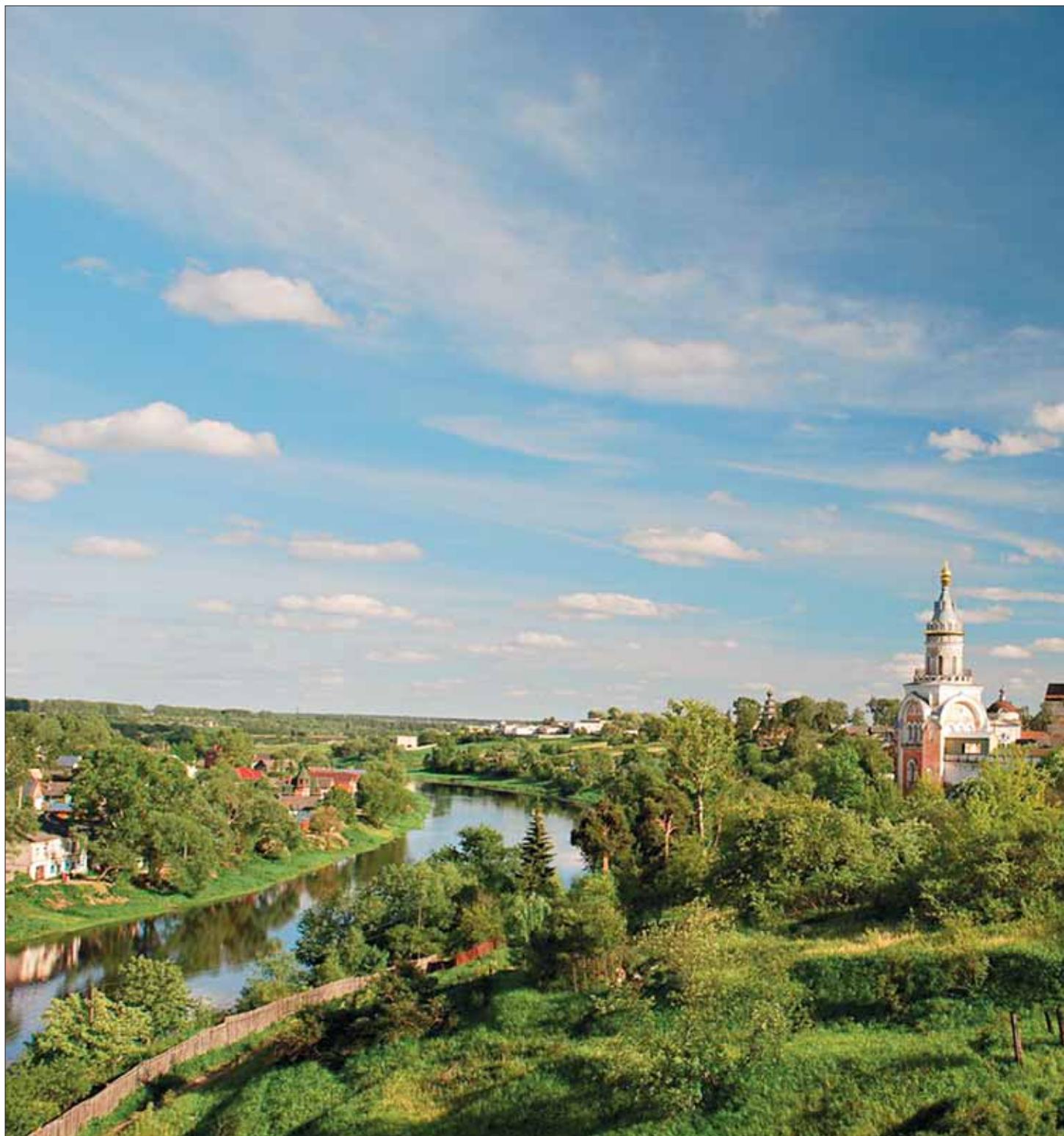
Времена менялись. Советская власть, получившая мировое признание после разгрома фашизма, решила сменить гнев на милость и протянуть руку эмигрантам: 14 июня 1946 г. вышел указ Президиума Верховного Совета СССР «О восстановлении в гражданстве СССР подданных бывшей Российской империи, а также лиц, утративших советское гражданство, проживающих на территории Франции». Начались попытки уговорить Бунина вернуться на Родину. Однажды его даже пригласили в Советское консульство, впрочем, как он уверял, там речь шла только о возможности публикации в СССР его книг.

Действительно, в Советском Союзе готовили к изданию большой том сочинений писателя. В музее хра-

нится его верстка, а также черновик письма литературоведа Анатолия Тарасенкова и директора издательства «Художественная литература» Петра Чагина главе государства Иосифу Сталину, датированный 19 апреля 1946 г., где излагается история работы над книгой и выражается просьба о поддержке в ее выпуске.

Силы медленно, но неумолимо покидали писателя. «Все естество его противилось тлену и исчезновению. С такой же яростью, с которой он ощущал жизнь, земные радости и цветенье, предчувствовал и понимал он и тленье. Не было в Буине мудрости и пресыщенности Соломона, но жила в нем память о конце всего существующего, память Экклезиаста», — вспоминала писательница, переводчица, мемуаристка Зинаида Шаховская. 8 ноября 1953 г. Бунина не стало. «По его желанию, — вспоминал лечащий врач Владимир Зернов, — его верная Вера Николаевна закрыла его лицо платком, он не хотел, чтобы кто бы то ни было видел его лицо после смерти. Для меня она приоткрыла платок с лица покойника, и я в последний раз увидел красивое лицо, ставшее вдруг чужим и спокойным, точно он что-то увидел, что разрешило ему ту загадку смерти, которая мучила его в жизни».

*Иллюстрации предоставлены
Государственным Литературным музеем*





ГОРОД-МУЗЕЙ

Ольга БАЗАНОВА, журналист

«Топографическое и историческое описание города Торжка 1783-1784 гг.» сообщает: когда он возник, «точно определить и невозможно, однако... основатель находящегося в Торжке Борисоглебского монастыря преподобный отец Ефремий жил в начале XI века и находился в службе у великих князей российских Бориса и Глеба; по убиении же их в 1015 году, вознамерившись остаток жизни препроводить в уединении, пришел в сей город, который в то время был уже многолюден...».

Место на правом берегу Тверцы (притока Волги) при впадении в нее ручья Здоровца, на пересечении оживленных сухопутных дорог, с незапамятных времен облюбовали новгородские купцы. Через столь важный узел шло снабжение Северо-Западной Руси всем необходимым, здесь продавали и покупали лес, мед, хлеб, лен, шерсть, кожи и пр., а кто-то селился навсегда. Быстро развивавшийся город так и именовали — Новый Торг (с XIII в. в письменных источниках все чаще фигурировало название «Торжок»).

Сюда прибыл, отказавшись от богатства и мирских радостей, боярин Ефрем. Вместе со своим учеником Аркадием в 1038 г. он соорудил каменную церковь (где обоих погребли после кончины), тем самым заложив Борисоглебскую обитель — одну из древнейших православных на Руси, ставшую сердцевиной города. К XIII в. вокруг него возвели бревенчатую стену, земляной вал и выкопали ров, заполнив его водой. Так появился местный кремль — укрепление от «лихих людей», весьма надежное для того времени.



**Вид Борисоглебского монастыря
с реки Тверцы.**

В 1238 г. «детинец» сыграл огромную роль — послужил укрытием ополченцам во главе с посадником* Иванкой, две недели сдерживавшим натиск монголо-татарского войска под предводительством хана Батыея. По словам историка и археолога академика (с 1990 г.) Валентина Янина, «героической обороной Торжка был спасен от военного разорения Новгород**, а вместе с ним и русская государственность». Впрочем, город на Тверце не раз превращали в пепелище, причем не только иноземные захватчики, но и свои — в ходе княжеских междоусобиц. А разгоревшаяся в 1372 г. практически стерла его с лица земли; уцелевшие жители ушли в Тверь, однако, как свидетельствует вышеупомянутое «Топографическое и историческое описание...», вскоре они «начали опять собираться к Борисоглебскому монастырю и поблизости оного производить торг, а потом и селиться...».

Всего же Торжок, стоявший на главной «хлебной» дороге на северо-запад Руси, разрушали, разоряли свыше 30 раз, и каждый раз он вставал из руин. Более того, в первой половине XV в. даже стал чеканить собственную серебряную монету. Надо сказать, раскопки, с 1989 г. ежегодно проводимые на правобережье Тверцы, выявили остатки каменных башен середины XIV в., что свидетельствует о наличии в городе тогда мощного кремля, каких в то время на Руси было немного. К тому же удалось найти фрагменты храма с великолепной настенной росписью XII — начала XIII в., единственного столь древнего каменного на огромной территории от Великого Новгорода до Ростова. А на противоположном, левом, берегу, как установили археологи, в те годы был богатый посад.

Открытия же ученых 2010 г. можно назвать подлинной сенсацией. Прежде всего речь идет об извлечен-

ных из земли ценностях, спрятанных здешними жителями в начале марта 1238 г. Именно тогда, сложив героическую двухнедельную оборону защитников, хан Батый ворвался в город и предал его огню. «От этого трагического события в культурном слое сохранилась прослойка угля и золы высотой до 50 см, — отметил руководитель Новоторжской экспедиции кандидат исторических наук Петр Малыгин (Тверской государственный университет). — И как раз в этой прослойке в деревянной емкости был обнаружен клад». В него вошли 250 предметов — серебряные украшения (колты*, височные кольца, амулеты с христианской символикой, декоративные позолоченные накладки, нашиваемые на одежду) и лом, сберегаемый как «капитал», поскольку тогда на Руси монет еще не чеканили. Кроме того, археологи впервые отыскали печати местных посадников XIV-XV вв.

Если к сказанному добавить, что по числу найденных в нашей стране берестяных грамот** Торжок уступает только Великому Новгороду и Старой Руссе, то напрашивается вывод: в XII-XV вв. город на Тверце был значительным торгово-ремесленным центром со стабильной и самостоятельной экономикой и политикой. Характеризуя его, «Рогожский летописец» (составлен в середине XV в.) сообщает: «Град велик, бесчисленное множество людии в нем». После присоединения в 1478 г. к Москве он продолжал развитие, украшая себя новыми храмами. С течением времени деревянные уступали место каменным, при-

*Колты — женское парное украшение XI-XIII вв., подвешиваемое у висков к головному убору на цепочках или лентах. Состоит из двух спаянных выпуклых щитков, между которыми вкладывали ткань, пропитанную душистыми маслами. Когда колты покачивались, вокруг распространялся аромат (*прим. ред.*).

**Берестяные грамоты — письма и записи на коре березы (бересте) — памятники письменности Древней Руси XI-XV вв. Представляют интерес как источники по истории общества, русского языка, повседневной жизни людей (*прим. ред.*).

*Посадник — глава города, «посаженный» (назначенный) князем или воеводой (*прим. ред.*).

**См.: В. Даркевич. Вечевая республика на Волхове. — Наука в России, 1998, № 5 (*прим. ред.*).



**Главный собор
Борисоглебского монастыря.**

чем в буквальном смысле: их возводили на прежних освященных местах. Большинство этих памятников, к счастью, сохранилось до наших дней: глядя с левого берега Тверцы на правый, как и столетия назад, на каждом холме видишь церковную главку.

Самые масштабные работы по благоустройству Торжка развернулись в XVIII в., в царствование Екатерины II. Тогда разобрали построенный еще Ефремом главный собор Борисоглебского монастыря, состоявший во всех перипетиях, но уже «клонившийся к падению», и приступили к возведению нового. В торжественной церемонии его закладки 9 июня 1785 г. участвовала императрица, собственноручно положив первый краеугольный камень. Все строительные работы курировал местный уроженец (село Черенчицы, ныне Никольское), крупнейший русский архитектор-палладианец* Николай Львов, а в 1795 г. выдающийся художник Владимир Боровиковский создал для иконостаса этого храма 37 образов (к сожалению, из них почти ничего не сохранилось).

В настоящее время самая старинная в обители — каменная Введенская церковь с колокольней (1620 г.). Неподалеку стоит еще одна, небольшая, построенная предположительно в 1717 г. и освященная в 1786-м, в честь Входа Господня в Иерусалим. В 1804-1811 гг. ансамбль пополнился очень нарядным, увенчанным ротондой надвратным храмом Спаса Нерукотворного Образа с трехъярусной колокольней (проект его, по мнению многих исследователей, — также творение Львова, строительство же вел мест-

ный зодчий Яков Ананьин). А в 1809 г. сооружением Свечной башни завершили окружение монастыря оградой, длившееся с 1734 г.

«Гений вкуса», «русский да Винчи», как величали Львова при жизни, оставил по себе светлую память на родной ему Торжокской земле. Кстати, точную дату его появления на свет — 4 мая 1753 г. — установили совсем недавно, в 2001 г., в ходе анализа документов, хранящихся в Государственном архиве Тверской области. С юных лет его пылкий ум искал пищи, причем весьма разнообразной. Как писал один из современников Николая Александровича, «не было искусства, к которому он был бы равнодушен, не было таланта, к которому он не проложил тропинки; все его занимало...». Он собирал фольклор и опубликовал «Собрание народных русских песен с их голосами»; обнаружил в Боровичах (ныне Новгородская область) месторождение каменного угля и первым предложил получать из него кокс; искал торф под Москвой; изобрел новый строительный материал — прообраз шифера и рубероида; обследовал на Кавказе минеральные источники с целью создания там водных лечебниц, и это далеко не все!

Особую страсть Львов питал к архитектуре. Специалисты подсчитали: за свою, увы, недолгую жизнь (всего 50 лет) он спроектировал свыше 30 сооружений, в том числе Невские ворота Петропавловской крепости, здание Почтамта (Почтамтский переулок), Троицкую церковь с колокольней (проспект Обуховской Обороны) в Санкт-Петербурге. В Торжке же, помимо построек в здешних Борисоглебском и Воскресенском монастырях, по чертежам Николая Александровича в центре города в 1814 г. возвели Ротонду, как чаще всего называют изящный павильон, — надколодезную Крестовоздвиженскую часовню, первона-

*Палладианизм, или Палладиева архитектура — ранняя форма классицизма, выросшая из идей итальянского архитектора Андреа Палладио (1508-1580). В ее основе — строгая симметрия, учет перспективы и заимствование принципов храмового зодчества Древней Греции и Рима (прим. ред.).



**Надвратная церковь Спаса Нерукотворного Образа
Борисоглебского монастыря.**

чально задуманную без окон и освещавшуюся благодаря сложной системе отверстий в куполе. В 2004 г. рядом установили бюст ее автора, выполненный скульптором Юрием Карпенко.

Немало сделал Львов и для всей Тверской губернии: по данным ученых Тверского государственного университета, в начале XX в. там насчитывалось 1344 родовые усадьбы, многие из которых — его творения, вошедшие в число памятников мирового значения. Добавим: это были не просто загородные дома, а очаги культуры, воплощавшие в себе гармонию архитектуры, садово-паркового искусства, живописи, музыки, фольклора, этнографии, родной природы, в 1780-1850-е годы определявшие, по словам крупнейшего знатока нашей старины академика (с 1970 г.) Дмитрия Лихачева, «духовный характер русской жизни». Литературно-философские кружки были и в «дворянских гнездах» под Торжком, что сделало его известным множеству беллетристов, артистов, художников, ученых.

Наиболее полно личность Львова раскрывается при знакомстве с его родовым поместьем Черенчицы. Здесь был опытный «полигон», где он применял передовые для того времени методы градостроительного искусства, монументальной живописи, гидро-мелиорации, ландшафтного дизайна (по нынешней терминологии), разнообразные технические новин-



Бюст архитектора Николая Львова.

ки. Благодаря такому подходу, а также высокому качеству работ и усовершенствованиям, осуществленным хозяином усадьбы, уцелело многое из возведенного им в 1790-е годы, в том числе главное здание. Кстати, его потолки, обрамленные лепными карнизами, расписывал предположительно Боровиковский, как раз тогда гостивший у архитектора. А в кабинете сохранилась потайная дверь из красного дерева, внешне не отличимая от обычного книжного шкафа. Неподалеку от дома можно увидеть необычный холодильник-ледник (в форме пирамиды), кухню из валунов, Воскресенскую церковь с мавзолеем, где покоятся члены семьи зодчего и в 1803 г. нашел последний приют он сам.

Под Торжком находится село Василёво, бывшее в конце XVIII в. владением родственников Николая Александровича. Из созданного им здесь остался поражающий воображение 100-метровый арочный мост через ручей в технике архивольта (т.е. из валунов, уложенных так плотно, что не требуется цемент), названный современниками мастера «великолепной каменной симфонией». Надо сказать, место это удивительное: живописный холмистый рельеф, стекающие в Тверцу речушки, деревянные мостики через них, плотины, каскад из трех прудов, старинная липовая аллея со смыкающимися кронами, ведущая к центру усадьбы, вольно раскинувшиеся рощи и пере-

Погреб-пирамида в усадьбе
Черенчицы-Никольское.



Мост в усадьбе Василёво.

лески. Не случайно именно тут в 1976 г. создали Государственный этнографический музей под открытым небом, куда из разных районов Тверской области привезли около 20 памятников деревянного зодчества XVIII – начала XIX в. Среди них церковь Преображения (1732 г.), Знаменский храм (1742 г.), часовня Архистратига Михаила (середина XVIII в.).

Три столетия назад, с рождением Санкт-Петербурга*, через Торжок проложили трассу, связавшую се-

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

верную Пальмиру с Москвой. Кто только не проезжал через город на Тверце! И останавливались чаще всего в гостинице Пожарского – через нее, как писал академик Лихачев, прошла вся русская культура XIX в. (там готовили превосходные котлеты из курятины, получившие название «пожарских», с легкой руки откушавших их членов царствующего дома быстро вошедшие в моду в России и даже за границей). Нынешнее ее здание (в настоящее время на реставрации) с нижним каменным этажом, верхним – оштукатуренным деревянным возвели в 1800–1854 гг. На



Музей А.С. Пушкина.

фасаде — мемориальная доска со строками гения русской литературы Александра Пушкина* из письма другу библиофилу Сергею Соболевскому:

На досуге отобейдай
У Пожарского в Торжке,
Жареных котлет отведай,
И отправься налегке...

27 раз, с 1811 по 1836 г. наш великий соотечественник вояжировал по «главной улице» России из одной столицы в другую и, конечно, никогда не миновал Торжок. Поблизости от вошедшей в историю гостиницы стоит деревянный особняк его петербургского знакомого Петра Оленина («Старый дом», как говорят горожане), где в 1972 г. открыли Музей А.С. Пушкина. Осмотр экспозиции, насчитывающей свыше 500 единиц хранения, — небольшое путешествие из Петербурга в Москву, проиллюстрированное старинными картами дорог, литографическими изображениями экипажей, почтовых станций, сцен из жизни ямщиков, валдайскими колокольчиками, предметами дорожного быта, конской упряжи.

Город на Неве представлен изящными гравюрами начала XIX в., а вот и подорожная, полученная поэтом в 1828 г. Согласно этому проездному документу, ему, как чиновнику 10-го класса, полагалось три лошади с проводником. Здесь же копии его писем жене и друзьям, отправленных с разных почтовых станций. В разделе, посвященном Твери, помещены ее пейзажи кисти выдающегося художника Ореста Кипренского (1814 г.), материалы, касающиеся литераторов, с которыми Пушкин тут встречался, и здешних знакомых, иллюстрации к его произведениям, выполненные живописцем-любителем, искусстве-

дом князем Григорием Гагариным, начиная с 1858 г. часто приезжавшим в свое имение Карачарово в Тверской губернии.

О Торжке рассказывают его старые планы, мемориальные вещи Олениных из «Старого дома», портрет Дарьи Пожарской — дочери хозяина уже знакомой читателям гостиницы (художник Тимофей Нефф, середина XIX в.). Есть в музее и фрагменты интерьеров: комнаты станционного смотрителя, почтовой станции, гостиной дворянского дома. Въезд в Первопрестольную показан выдержками из произведений поэта, гравюрами с ее видами, документами. Заключительный аккорд экспозиции — модель памятника Пушкину в Москве работы скульптора Александра Опекушина, воздвигнутого в 1880 г. на Страстной площади (ныне Пушкинская) — по сей день одного из лучших.

В 1973 г. в Торжке тоже установили бюст великого поэта (скульптор Иулиан Рукавишников). А в первую субботу июня ежегодно организуют посвященный ему праздник. Приезжают деятели литературы и искусства, звучат стихи, выступают фольклорные коллективы, разворачиваются выставки и ярмарки мастеров народных промыслов. Кстати, Пушкин однажды купил здесь шитые золотом пояса и отправил в качестве подарка Вере Вяземской (жене писателя Петра Вяземского), с которой его связывала многолетняя дружба, подчеркнув, что, надев их, «она всю прелесть московскую за пояс заткнет». Княгиня же отвечала: «Как можно... так сорить деньгами? Количество поясов привело меня в негодование, и только качество их может служить Вам извинением, ибо все они прелесть...».

В Торжке по сей день не забыли свой неповторимый стиль традиционного золотого шитья, отличаю-

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

**Тверецкая набережная
с отреставрированными
особняками XVIII в.**



шийся растительным орнаментом, выполненным металлическими нитями по сафьяну, бархату, сукну. Он зародился в здешнем Воскресенском женском монастыре в XIII в. (некоторые исследователи считают, что еще раньше — вместе с самим городом), корни же его ведут в Византию. Расцвет этого художественного промысла пришелся как раз на пушкинские времена — начало XIX в. Большим спросом тогда пользовались созданные местными мастерицами головные уборы, передники, пояса, сафьяновая обувь, кошельки, различные детали праздничной одежды, предметы церковного обихода. Многочисленные заказы на парадные облачения поступали от членов царской семьи.

В начале XX в. работами здешних искусниц восхищались посетители международных выставок в Париже, Лондоне, Турине, Брюсселе, Лейпциге, Вене, Милане, Монреале, Салониках, Кабуле и т.д. Столь редкий промысел, один из самых изысканных и сложных, ныне нигде в России не сохранился, кроме Торжка. Ассортимент же изделий сейчас весьма широк: государственная символика (гербы, флаги и пр.), панно, скатерти, салфетки, подушки, покрывала, оригинальные украшения, шали, сумочки, очечники, шкатулки, записные книжки — всего не перечислить. Добавим: тут функционирует единственное в стране училище, выпускающее золототшвеек, а при нем — музей с великолепными образцами ручной работы лучших мастериц.

В 1988 г. по инициативе академика Лихачева в городе открыли Всероссийский историко-этнографический музей. Он насчитывает свыше 40 тыс. единиц хранения и занимает несколько исторических зданий, где развернуты постоянные экспозиции «Древний Торжок», «Храмы и монастыри Торжка», «Рус-

ский лен и народные традиции», «Хмельные напитки в обрядах и быту», «Прогулки по старому Торжку». Самый пристальный интерес посетителей всегда вызывают этнографические коллекции предметов традиционного быта XIX — начала XX в., рукописная книга «Слова, сказания и послания» Максима Грека* 1584 г., здешние находки археологов — берестяные грамоты (в их числе есть тысячная, найденная на территории Древней Руси, и содержащая отрывки из сочинений Кирилла Туровского**), фрагменты фресок XII–XIII вв.

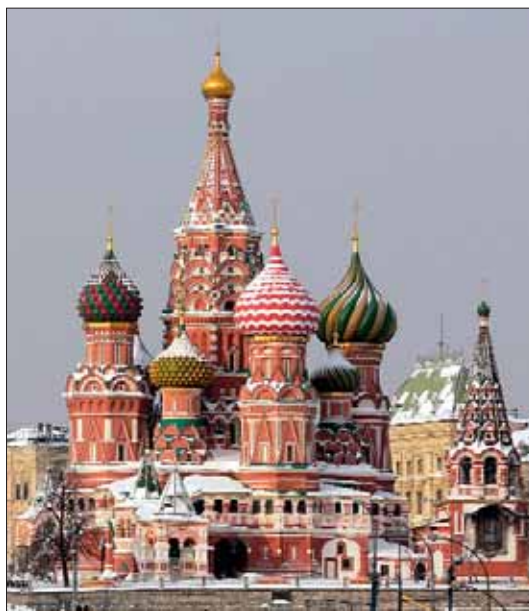
Есть в Торжке и единственный в России Музей вертолетов. Его организовали в 1989 г. на базе находящегося в городе Центра боевого применения и переучивания летного состава армейской авиации. В этом собрании техники представлен почти весь парк военных и морских винтокрылых машин, выпускавшихся в СССР, что позволяет поэтапно проследить развитие всей отрасли.

Торжок и сам можно назвать городом-музеем — жемчужиной градостроительного искусства: зодчие прошлого, великие и безымянные, мастерски использовали особенности рельефа, точно подобрав пропорции архитектурных сооружений и гармонично расположив их в единстве с природой.

*Максим Грек (Михаил Триволис) (ок. 1470–1555) — религиозный писатель, публицист, переводчик (прим. ред.).

**Кирилл (Кирилла) Туровский (1130 — ок. 1182) — церковный деятель и писатель (прим. ред.).

главный храм москвы



Доктор исторических наук Константин АВЕРЬЯНОВ,
Институт российской истории РАН

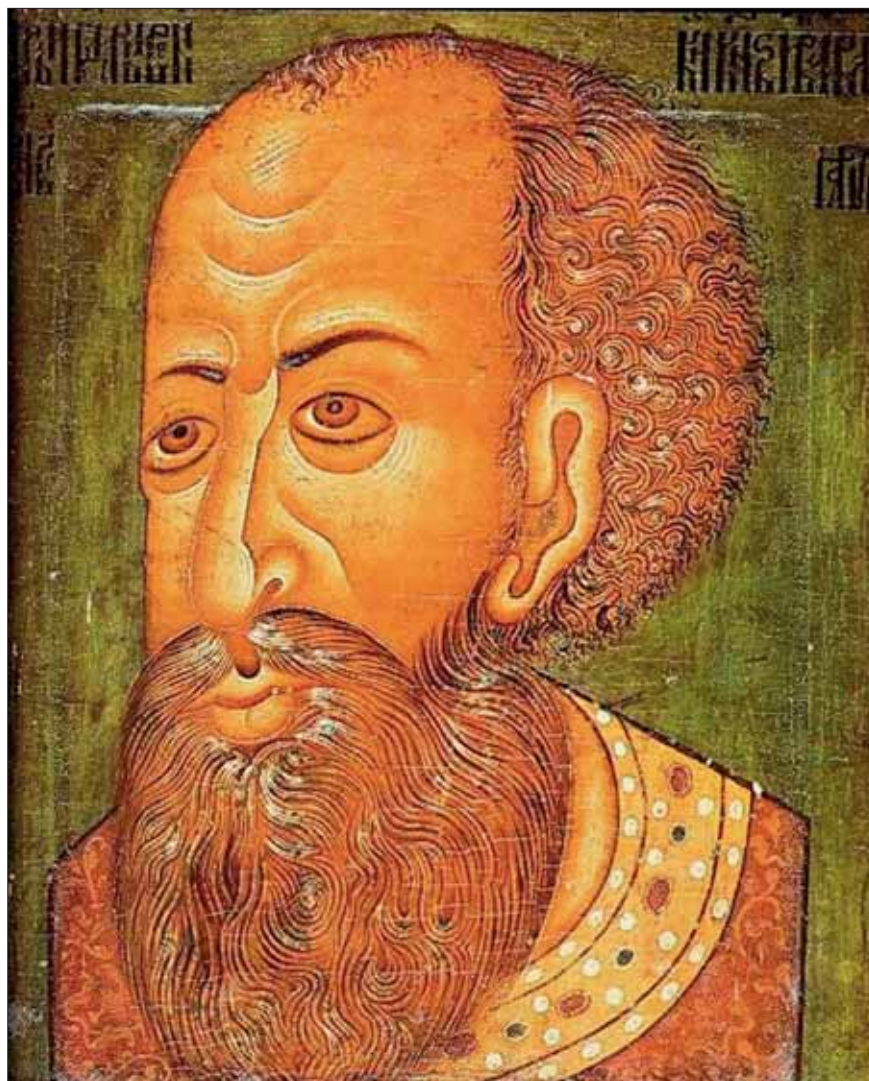
**450 лет назад был освящен самый знаменитый из русских храмов —
Покровский, «что на рву» (собор Василия Блаженного),
вблизи Московского Кремля, построенный по велению царя Ивана IV Грозного
в память покорения Русью Казанского ханства.
Казалось бы, об уникальном памятнике древнерусского зодчества известно все,
и все же в истории его создания осталось немало загадок.**

Никоновская летопись* под 1554 г. содержит известие о том, что в Москве возвели собор «пречистой Царицы Богородицы честного и славного Ея Покрова с приделами о Казанской побе-

*Никоновская летопись — крупнейший памятник русского летописания XVI в. (прим. ред.).

де». В воскресенье 30 сентября того же года митрополит всея Руси Макарий отслужил в нем сразу три службы — вечерню, всенощную и заутреню, а на следующий день, в праздник Покрова Богородицы, в

Собор Василия Блаженного.



Царь Иван IV. Парсуна XVII в.

присутствии государя, бояр и множества народа торжественно освятил построенный Покровский храм. Поскольку в городе уже существовало несколько церквей с таким названием, новой придали дополнительное определение «что на рву» по располагавшемуся рядом крепостному рву, окружавшему Кремль.

Однако это сообщение летописца вызывает у историков вопросы. Известно, что непосредственно после взятия Казани (2 октября 1552 г.) Иван Грозный распорядился соорудить в покоренном городе в память своей победы Благовещенскую церковь. Уже через четыре дня она была построена и освящена. Но почему царь медлил без малого два года с возведением аналогичной в Москве?

Попробуем в этом разобраться. В июне 1555 г. тот же автор свидетельствовал: государь «велел заложить церковь Покрова каменную о девяти верхах, которая была прежде деревянной, о Казанском взятии». Значит, освященный в 1554 г. собор, упомянутый в начале нашего повествования, был деревянным. Но чита-

ем дальше: «сего за два годы» здесь была церковь во имя Святой Троицы. Если вести отсчет от 1555 г., то получается, что дата ее постройки — 1553 г., как обычно отмечают авторы исследований, посвященных собору Василия Блаженного.

Между тем, на наш взгляд, правильнее отнимать два года от 1554 г. — времени освящения деревянного храма. Тогда все становится на свои места: вернувшись в Москву поздней осенью 1552 г., царь сразу распорядился о строительстве Троицкой церкви, призванной символизировать его победу, а потом «велел прибавити» к ней Покровскую с приделами. Правда, остается неясным, когда последнюю заложили и как обе сосуществовали.

Создание каменного чуда, поныне украшающего Красную площадь нашей столицы, продолжалось шесть лет (строили тогда только летом). Как известно, это девять храмов, установленных на общем постаменте, — центральный главный Покровский и восемь боковых дополнительных, расположенных от-



Вооружение русских всадников.
Из книги: Сигизмунд Герберштейн.
Записки о Московитских делах. XVI в.

носителю него строго симметрично. К осени 1559 г. строительство в целом закончили, и 1 октября, в праздник Покрова Богородицы, митрополит Макарий в присутствии царя с семьей, бояр и бывших казанских царей торжественно освятил все приделы, «а большая церковь средняя Покров того году не совершенна» — уточнил летописец. Тем не менее почти полвека, до возведения в Кремле* колокольни Ивана Великого (зодчие предположительно Петрок Малый, Федор Конь, 1543–1600 гг.)**, собор был самым высоким зданием в Москве.

Тот же современник описываемых событий подробно перечислил все пристроенные церкви — во имя Святой Троицы; Входа Господня в Иерусалим; Николы Великорецкого; Киприана и Устинии; Варлаама Хутынского; Александра Свирского; Григория Армянского — и пояснил: их назвали в честь праведников, поминаемых в те дни, когда были одержаны победы во время казанского похода. Но, как видим, он назвал лишь семь, не упоминая восьмой храм — во имя патриархов alexandрийских Александра, Иоанна и Павла Нового.

Наконец, читаем запись под 1561 г.: «Того же лета совершена церковь каменная Покров пресвятой Бо-

городицы и Живоначальная Святая Троица и иные приделы...». Надо сказать, такое двойное название сохранилось до конца XVII в. (именно оно запечатлено в надписи на напестольном кресте 1694 г.). А в сочинениях иностранцев, посещавших Москву в XVII в., она обычно фигурировала как храм Входа Господня в Иерусалим — по ежегодному торжественному и очень живописному шествию «на ослиати» (царь вел осла, на котором сидел патриарх) в Вербное Воскресенье. Лишь с XVIII в. собор официально стали именовать Покровским, а по-народному — Василия Блаженного по еще одному, девятому, приделу, возведенному в конце XVI в. над местом, где погребли святого.

В настоящее время этот редкий по красоте памятник, жемчужина отечественного средневекового зодчества, почитаемый многими как символ Москвы и России, является филиалом Государственного Исторического музея* и с 1990 г. входит в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО**.

Между тем летописцы ни одной строкой не упомянули строителей собора. Впрочем, в XVII в. широкое распространение получила легенда об ослеплении его искусного создателя, дабы он впредь не воздвиг

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

**См.: И. Костин. Колокола Ивана Великого. — Наука в России, 1994, № 1 (прим. ред.).

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

**См.: Н. Максаковский. Россия во Всемирном наследии ЮНЕСКО. — Наука в России, 2006, № 3 (прим. ред.).

**Великий князь уезжает
на паломничество.
Из книги: Адам Олеарий.
Описание путешествия в Московию
и через Московию в Персию
и обратно. XVII в.**



другого такого шедевра. Причем иногда добавляли, что тот был иностранцем. Но это всего лишь миф, не встречающий подтверждений в отечественных письменных источниках. Историки выяснили: впервые он появился в трудах немецкого путешественника Адама Олеария, посетившего Россию в 1634, 1636, 1638-1639, 1643 гг., и чеха Бернгарда Таннера, побывавшего здесь в 1678 г. Они перенесли на нашу почву предание о судьбе архитектора храма Святого Марка (освящен в 1094 г.) в итальянской Венеции.

Имя зодчего Покровского собора стало известно лишь в конце XIX в., когда служивший в нем протоиерей Иоанн Кузнецов обратил внимание на текст, содержащийся в «Пискаревском летописце»*: «А мастер был Барма с товарищи». Продолжая работу, священник нашел еще один рукописный сборник, составленный в конце XVII в. и включавший житие митрополита Ионы. Там говорилось уже о двух стро-

ителях: «даровал ему Бог двух мастеров русских, по реклу Постника и Барму». После столь знаменательного открытия историки архитектуры неоднократно пытались приписывать им другие сооружения эпохи Ивана Грозного, например церкви Усекновения Главы Иоанна Предтечи в подмосковном селе Дьякове (ныне территория столицы), Козьмы и Дамиана в Муроме*.

Разумеется, исследователи стремились дополнить информацию, почерпнутую из летописей, другими сведениями. Так, некоторые полагали: Барма — не что иное, как прозвище человека с достаточно распространенным в XVI в. некалендарным (не входящим в святцы) именем Постник, т.е. в житии Ионы речь шла не о двух, а об одном мастере. Более того, известный историк Москвы Иван Забелин (почетный член Петербургской АН с 1907 г.) отождествил Постника с псковским церковным и городовым мастером Посником Яковлевым. Но в конце 1554 г. по

*Пискаревский летописец — летопись первой половины XVII в. Содержит исторические сведения от зарождения Древнерусского государства до 1615 г., хранится в собраниях Д.В. Пискарева Российской государственной библиотеки (прим. ред.).

*См.: О. Базанова. Родина Ильи Муромца. — Наука в России, 2009, № 6 (прим. ред.).



**Кремлевский замок в Москве. Из книги: Адам Олеарий.
Описание путешествия в Московию и через Московию в Персию и обратно. XVII в.**

указу царя последний отправился в Казань — возводить крепость, следовательно, не мог в 1555 г. закладывать каменный собор в столице. В результате вернулись к мнению, что авторов уникального сооружения было двое.

Упоминание же в «Пискаревском летописце» одного только Бармы позволило ряду ученых считать его «ведущим строителем», а Посника Яковлева — «главным соработником», приехавшим в Москву уже после работы в Казани. Однако тщательное изучение деятельности псковской артели в 50–60-е годы XVI в. показало невозможность отождествления псковитянина с московским Постником. Так что вопрос об архитекторе собора пока остается открытым. Загадку представляют и посвящения некоторых его церквей. Поскольку летописец указал, что их возводили в честь тех или иных битв 1552 г., широкое распространение получило предположение о небольших деревянных «обыденных» храмах, т.е. возводимых в Москве за один день при получении известий о победах русской армии. Значит, к окончанию войны таковых соорудили восемь, и в их названиях можно проследить продуманную программу посвящений.

Однако это справедливо только для главного храма и четырех боковых: святых Александра Свирского, Александра, Иоанна и Павла Нового (30 августа — сражение русских войск с отрядом царевича Епанчи), Григория Армянского (30 сентября — взрыв Арской башни казанского кремля и победа над противником на Арском поле), Покрова Богородицы (1 октября — начало штурма вражеской столицы), памяти

Киприана и Устинии (2 октября — ее взятие). Связь же наименований других приделов с походом 1552 г. менее очевидна. Хотя, скажем, юго-западный могли освятить в честь поминаемого 6 ноября Варлаама Хутынского, поскольку в тот день царь возвратился в Москву.

А что касается храмов Входа Господня в Иерусалим (в 1552 г. этот праздник пришелся на 10 апреля) и Святой Троицы (5 июня), то их названия абсолютно не соотносятся с покорением Казани. Можно лишь предполагать посвящение первого из них торжественному въезду царя Ивана Грозного в Москву после победы, а второго — его поездкам в начале и в конце похода в Троице-Сергиев монастырь*.

Наличие же придела в честь Николы Великорецкого, вероятно, связано со следующими событиями. В 1555 г. на территории, присоединенной в результате покорения Казанского ханства, образовали архиепископию (епархию, управляемую архиепископом). В том же году священники и «лучшие» люди Хлынова (ныне Киров) — столицы вошедшей в нее Вятской земли — «били челом» Ивану IV о постройке нового «дома» для чудотворной иконы Николы Великорецкого. Дело в том, что стоявший в этом городе храм, где находилась святыня, уничтожил пожар, но сама она осталась почти неповрежденной, и столь примечательное событие восприняли как благословение божаем угодником подвига московского государя — установления православия в его новых владениях.

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

Интерьер собора Василия Блаженного.





Вид на Спасскую башню Кремля и храм Василия Блаженного. Художник Джакомо Кваренги. Начало XIX в. Государственный Эрмитаж. Санкт-Петербург.

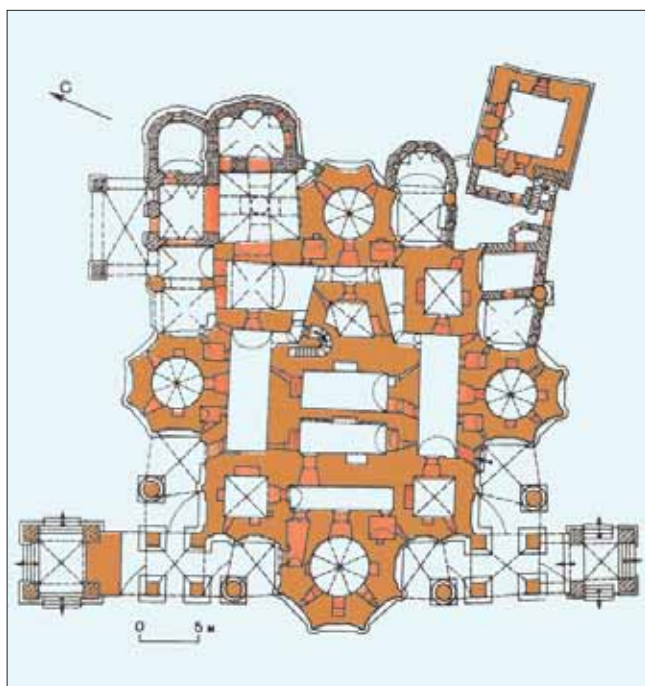
Кстати, с приделом Николы Великорецкого связано любопытное предание. Первоначально он, в отличие от остальных, не имел названия, но когда его стены поднялись на сажень от земли, в Москву принесли образ Николы Великорецкого, от которого стали случаться многочисленные чудеса. Тогда царь с митрополитом решили назвать безымянный храм именем этого святого. А пока его завершали, по соседству соорудили временный деревянный, куда поставили точную копию чудотворной иконы.

Попробуем восстановить хронологию событий, связанных с постройкой знаменитого собора. Судя по всему, осенью 1552 г., сразу после возвращения из похода, царь распорядился построить «обетную» деревянную церковь Святой Троицы. Именно к ней впоследствии «прибавили» Покровскую с шестью приделами, освященную 1 октября 1554 г. Правда, и здесь историки подстерегают загадки: почему официальная летопись, крайне внимательная ко всему происходившему в Москве, не зафиксировала время закладки обеих и лишь через два года мельком о них упомянула?

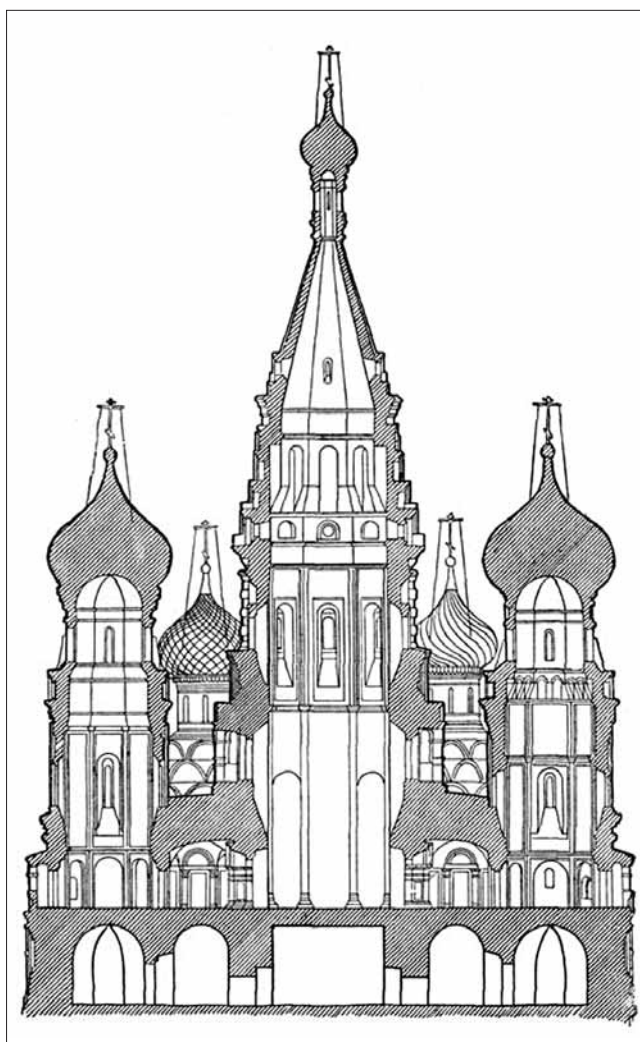
Затем, весной 1555 г., всего через несколько месяцев после окончания строительства деревянного храма, заложили каменный. Пытаясь понять столь необъяснимый, на первый взгляд, факт, ученые выдвигали различные гипотезы, иногда довольно остроумные. В частности, по мнению некоторых исследователей, широко распространенное в источниках XVII в. понятие «обетная» относилось исключительно к деревянным церквям, а заменявшие их в дальнейшем каменные называли «заветными». Однако тщательный анализ бытования обоих терминов показал: разницы между ними не существовало.

Дело, очевидно, было в другом. В сплошь деревянной Москве не имелось своих квалифицированных мастеров каменных дел, и в особо важных случаях их призывали со стороны. Например, в конце XV в. царь Иван III задумал возвести в столичном Кремле Успенский собор*, однако местные мастера не справились с поставленной задачей, и пришлось обра-

*См.: В. Зверев. Москва белокаменная. — Наука в России, 1992, № 1-2; Т. Гейдор. Неподвластные времени. — Наука в России, 2009, № 1 (прим. ред.).



План подклета собора.



Собор в поперечном разрезе.

титься к псковитянам. Но осмотрев стройку, они тоже отказались, в итоге пригласили известного итальянского зодчего Аристотеля Фьораванти. Словом, подобные специалисты были наперечет, и для сооружения ныне существующего величественного собора их нашли только весной 1555 г. А какова же судьба предыдущего деревянного? Многие исследователи считают, что его тогда разобрали. Однако этому противоречит документальное свидетельство о закладке в том же году временной бревенчатой церкви Николы Великорецкого.

Вероятнее всего, первоначальные храмы стояли не там, где располагается памятник, о котором мы ведем рассказ, а по соседству — вдоль рва, отделявшего в те времена Кремль от Красной площади. В последующем к ним добавляли в ряд новые «обетные». Вызванные же государем каменных дел мастера предложили свой проект — сгруппировали приделы строго по сторонам света вокруг основной Покровской церкви, выбрав место на склоне холма, где Красная площадь переходит в Васильевский спуск к Москве-реке.

Летопись сообщила, что освятили собор в 1561 г., но не назвала день и месяц этого события. Долгое время его дата оставалась неизвестной, и вот в 1957 г., во время реставрации архитектурного шедевра, сняли наслоения позднейшей живописи и в основании шатра Покровской церкви обнаружили так называемую храмовданную летопись, содержащую точную дату завершения строительства — 29 июня (по старому стилю).

Так благодаря труду историков, искусствоведов, архитекторов, реставраторов храм Василия Блаженного постепенно раскрывает свои тайны, но многое еще ждет своего исследователя.

Иллюстрации предоставлены автором

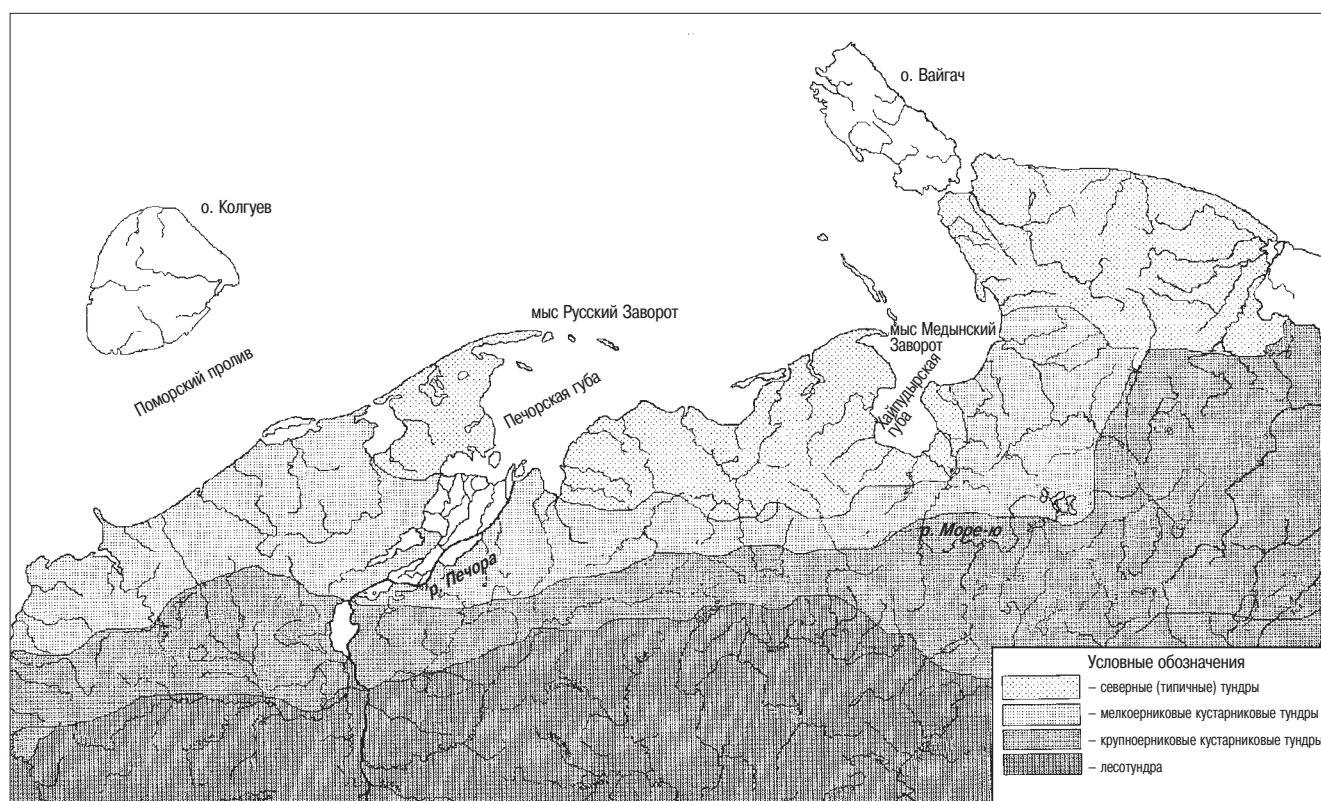
«ЗАШИФРОВАННАЯ ЛЕТОПИСЬ» СЕВЕРНОЙ ПРИРОДЫ

Евгения СИДОРОВА, почвовед

**Одна из самых сложных и интересных задач натуралиста —
понять историю формирования современного облика
объекта исследования будь то горная страна или биологический вид.
Вокруг теорий эволюции живых, неживых и биокосных
тел природы во все времена кипели острые научные дискуссии.
И генезис почв как продукта длительного взаимодействия
организмов и минерального субстрата в условиях
меняющегося климата — не исключение.
Тем ценнее появление работ, авторы которых детально
обосновывают свою концепцию почвообразования,
приоткрывая «страницы прошлого» ландшафтов нашей планеты.
Вышедшая в 2010 г. в издательстве «Наука» (Санкт-Петербург)
монография доктора биологических наук Галины Русановой
«Полигенез и эволюция почв Субарктического сектора
(на примере Большеземельской тундры)» —
в числе таких публикаций.**

Эта книга — итог исследований, проведенных автором в Институте биологии Коми научного центра УрО РАН в 1992–2008 гг. и посвященных истории развития почвенного покрова Ненецкого автономного округа, Архангельской области и Республики Коми в голоцене (последние 11 тыс. лет).

Полевые работы в суровых районах многолетней мерзлоты чрезвычайно трудны. Тем не менее во второй половине XX в. знания ученых о криогенных почвах существенно пополнились благодаря самоотверженным усилиям плодотворно работавших в Восточно-Европейской субарктике доктора биоло-



Карта растительных зон Большеземельской тундры.

гических наук Евгении Ивановой из Почвенного института им. В.В. Докучаева АН СССР (с 1961 г. вошел в состав Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина — ныне Российская академия сельскохозяйственных наук), кандидата биологических наук Ольги Польшинцевой из Института биологии Коми НЦ УрО РАН, докторов географических наук Игоря Игнатенко из Ленинградского государственного университета, Виктора Таргульяна и Сергея Горячкина из Института географии РАН, других специалистов.

Одним из пионеров подобных изысканий была постоянная участница экспедиций на полуостров Таймыр и север Западной Сибири, организованных в 1966–1981 гг. в рамках Международной программы «Человек и биосфера», доктор биологических наук (с 1981 г.) Вера Васильевская, всю жизнь трудившаяся на факультете почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, где она щедро делилась своими знаниями с будущими молодыми специалистами. Вера Дмитриевна создала там научную школу в области исследования генезиса и географии мерзлотных и подзолистых почв, прогнозного картографирования. Символично, что последний вклад в развитие представлений о почвах Русского Севера она внесла, выполнив работу ответственного редактора упомянутой книги. На Таймыре и в Большеземельской тун-

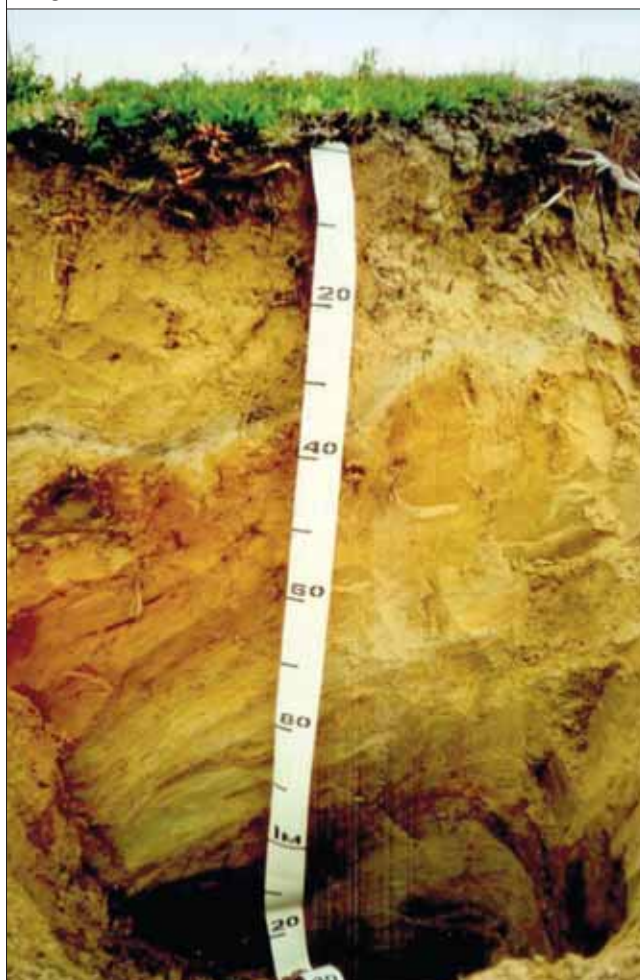
дре* их формируют во многом одни и те же процессы, оставляющие в почвенном профиле «записи», которые сегодня рассказывают о прошлом и возможном будущем зональных ландшафтов.

«У ВРЕМЕНИ В ПЛЕНУ»

Разнообразие описанных Русановой почв в очередной раз свидетельствует об условности границ зоны тундровых глееземов, простирающейся вдоль всего арктического побережья от Кольского полуострова до Берингова пролива и окрашенной в школьных атласах в однородно-фиолетовый цвет. Реальная картина куда как интереснее, ибо современный почвенный покров в этих широтах зависит не только от пестроты материнских горных пород, но и наследует черты, приобретенные во времена, когда здесь существовали совсем иные ландшафты.

Основатель почвоведения, великий русский ученый Василий Докучаев (1846–1903) вывел закон «вечной изменчивости жизни почв во времени и пространстве». Он называл эти особые органоминеральные тела зеркалом окружающих условий, подразумевая, что в строении их профиля и свойствах отражены не только особенности ныне существую-

*Большеземельская тундра — холмистая моренная равнина высотой до 250 м в пределах Ненецкого автономного округа и Республики Коми (прим. авт.).

**a****b**

Двухъярусные почвы (подбур на погребенном подзоле) реликтовых ельников в бассейне реки Море-ю: а – берег реки, б – у озера.

шего ландшафта, но и история его формирования. Впоследствии данная идея была развита в работах учеников и последователей Докучаева. Сегодня введенные доктором сельскохозяйственных наук Ильей Соколовым (Почвенный институт) и доктором географических наук Виктором Таргульяном (Институт географии РАН) термины «почва-память» и «почва-момент» (1976 г.), обозначающие две ипостаси времени как фактора почвообразования, стали классикой. И приступая к исследованию нового объекта, представитель отечественной научной школы стремится по разнообразным его признакам (морфологическим, физическим, химическим и т.д.) выявить приведшие к их появлению процессы и понять, какие из них до сих пор актуальны (подобно тому, как поступает хороший врач, осматривающий и прослушивающий пациента). В книге Русановой речь идет именно об этой сложной диагностике.

Почему так важна работа по определению генезиса почвы? Зачем разбираться в хитросплетениях ее прошлого и настоящего? Для кого-то ответ может оказаться неожиданным: во-первых, органо-минеральные тела заболевают, как и биологические, а причиной недуга могут оказаться, например, аварийные разливы нефти, загрязнение тяжелыми металлами в промышленных районах, разливы реактивного топлива вблизи военных объектов, радиоактивные выбросы и многие другие события, сопутствующие современной цивилизации. На севере нашей страны, где сосредоточены многие нефтяные и иные месторождения, работают крупные металлургические предприятия, а биологический круговорот относительно замедлен, вышеперечисленные воздействия на природу — не редкость, последствия же особенно тяжелы. Так, серьезные проблемы возникли при попытке очистить и рекультивировать свыше 70 га почв в Усинском районе Республики Коми, загрязненных нефтяными углеводородами при прорыве магистрального трубопровода в 1994 г.*, необратима гибель лесных биоценозов в радиусе 70 км вокруг Норильского металлургического комбината**. Да, почвы не только уязвимы, но и смертны, существуют пределы допустимой нагрузки на них — вот почему надо изучать «пациента» заблаговременно, пока он «скорее жив» (по крылатому выражению известного отечественного писателя XX в. Алексея Толстого). А во-вторых, по мнению ряда исследователей, некоторые эпизоды климатических колебаний в позднем голоцене (последние 2,5 тыс. лет) могут повториться в связи с прогнозируемым глобальным потеплением. Следовательно, ученые должны представлять себе, как изменятся процессы, формирующие этот чрезвычайно важный компонент ландшафта.

*См.: М. Маркарова. Решение экологической проблемы Крайнего Севера. — Наука в России, 2006, № 5 (прим. ред.).

**См.: Л. Леонтьев. Экологическая проблема Норильска: пути решения. — Наука в России, 2006, № 6 (прим. ред.).

Однако «читать» историю почвы очень сложно, тут не обойтись без особых подходов. В частности, неопределимую помощь может оказать микроморфологическое исследование*. Русанова — крупный специалист в этой области. Ее работы по микростроению различных таежных почв Республики Коми существенно расширили представления об их генезисе. Обратившись к новым для нее объектам Большеземельской тундры, она на протяжении 15 лет детально изучала их образцы в шлифах и пришла к интересным выводам: некоторые процессы, оставившие оформленные следы в микроструктуре этих почв, в настоящее время не могут развиваться ввиду отсутствия необходимых внешних (прежде всего климатических) условий. Значит, обнаружены реликты минувших стадий жизни ландшафта.

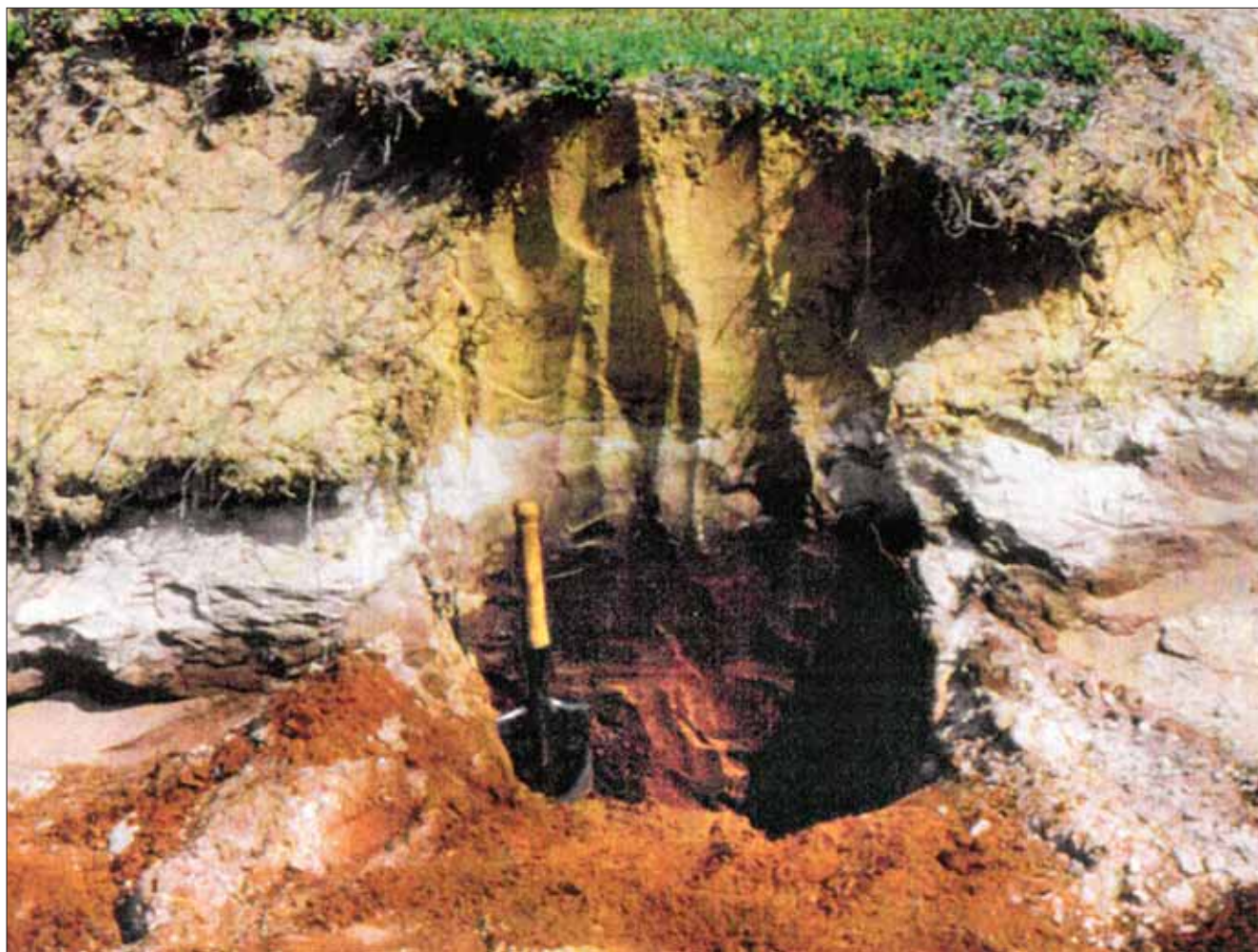
Эти материалы Русанова сопоставила с данными споро-пыльцевого анализа, радиоуглеродной датировкой возраста отобранных образцов, характеристиками органического вещества. Последние требуют особого, критического к ним отношения, ибо даже в почвах, погребенных под эоловыми наносами, происходит обновление гумуса (со временем микрофлора меняет его состав, идет приток органики с прибывающими с поверхности растворами), и тогда возраст объекта исследования, определенный по радиоизотопам углерода, подлежит корректировке. Автору удалось соединить все «нити» и получить картину эволюции почвообразовательного процесса.

ЭКСПОНАТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ

В профиле нынешних почв Большеземельской тундры по-разному распределяются реликтовые и современные черты — маркеры пресловутых почвы-памяти и почвы-момента. Лишь изучая природные объекты, можно увидеть столь удивительные примеры взаимопроникновения настоящего и многотысячелетнего прошлого природы. Посмотрим же на них как на своеобразные музейные экспонаты.

По предположению некоторых специалистов, прежде всего отечественного ученого Юрия Ливеровского (1933 г.), в позднеатлантическое время (6000-4600 лет назад) пространства Большеземельской тундры вплоть до побережья Баренцева моря покрывала тайга со свойственными ей почвами — подзолами (в их профиле есть осветленный, будто посыпанный золой горизонт). Русанова с коллегами нашли на защищенных от ветра, хорошо дренированных террасах речных долин сохранившиеся островки елового леса, однако произрастает он теперь на супесчаных почвах-подбурах, не имеющих выраженной цветовой и текстурной дифференциации, поскольку ил и полутонкие оксиды железа аккумуля-

*При микроморфологическом методе тонкие срезы почвы ненарушенного строения (шлифы) исследуют под микроскопом с увеличением в 40-80 раз (прим. авт.).



Двухъярусная почва (подбур на погребенном подзоле) в бассейне реки Ортина.

лируются в верхней и средней частях их профиля. Под микроскопом здесь видны толстые, глинистые, окрашенные в бурые тона, преимущественно аморфные сгустки, тогда как в классических подзолах этот материал «смыт» в нижний, так называемый иллювиальный горизонт, где после вынужденного «путешествия» размещается в форме глинистых и железисто-глинистых пленок на минеральных зернах. И все же почвы, чей облик напоминает об активизации такого выноса оксидов железа и других элементов из верхних слоев, существуют в Большеземельской тундре и поныне, но они погребены под современным профилем. Дело в том, что при резком уменьшении количества атмосферных осадков, на фоне установления отрицательных температур в период похолодания климата (3200-2200 лет назад) усилился эоловый перенос пылеватых частиц, и на подзолах, оказавшихся вне черты отступивших на юг лесов, вырос верхний «этаж».

Аналогичные многоярусные профили в Большеземельской тундре формируются не только на супесчаных, но и на глинистых почвах, сильнее промер-

зающих. Качественный «экспонат» такого рода* очень трудно найти: свидетельства минувших этапов эволюции в данном случае «затушевывает» явление криотурбации, когда горизонты приобретают вид завихрений, изгибов, колец при оттаивании органо-минеральной массы, заледевшей в состоянии избыточного увлажнения. Русанова все же нашла и описала почву, сформированную в атлантическое время и сохранившуюся благодаря «экрану» отложений, возникшему в результате водной эрозии и солифлюкции**. Данный реликтовый объект как бы законсервировался на глубине 50 см.

Это типичная дерново-подзолистая почва: особенности агрегированности в ее верхнем горизонте, микроформы гумуса, характерные темные пятна и округлые биопоры, изученные под микроскопом при 70-кратном увеличении, — надежное тому под-

*См.: Г. Русанова. Большеземельская тундра: взгляд в прошлое. — Наука в России, 2006, № 6 (прим. ред.).

**Солифлюкция — медленное передвижение почв и рыхлых грунтов под влиянием попеременного оттаивания-промерзания и силы тяжести, происходящее главным образом в областях развития мерзлых горных пород (прим. авт.).



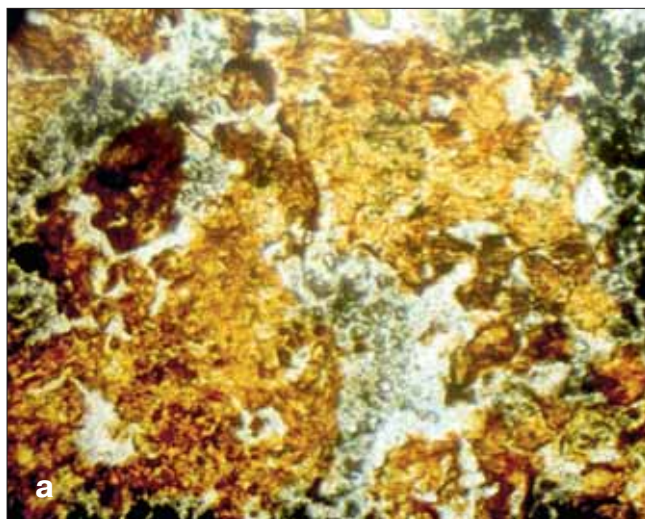
Трехчленный комплекс погребенных почв в бассейне реки Хоседа-ю.

тверждение. Кроме того, согласно химическому анализу ее органическое вещество — продукт таежного почвообразования. Ну а завершает картину иллювиальный горизонт, легко узнаваемый по тонкодисперсным натекам в шлифах: поры и каналы внутри структурных отдельностей (ибо весь материал тут агрегирован) заполнены глиной, а поверхность последних «одевают» пленки из двух или нескольких слоев (пылеватый на глинистом). Исходя из многолетних оригинальных наблюдений и опираясь на литературные данные, автор предположила: текстурная дифференциация погребенной почвы протекала в позднеатлантическое время, когда среднеиюльские температуры превышали современные на 3-4°C, сумма осадков была больше на 100 мм и приближалась северная граница морозоустойчивых ши-

роколиственных пород — например, вяза. Затем пришло похолодание суббореального периода и началась деградация сформированного профиля. Вот такой экскурс в историю голоценового климата.

ВЗАИМОПРОНИКНОВЕНИЕ ПРОШЛОГО И НАСТОЯЩЕГО

Описанные выше многоярусные объекты в Большеземельской тундре соседствуют с «наложенными» друг на друга профилями. Тут исследователю приходится особенно трудно. Например, под современным подбуром, на глубине 8-30 см вскрываются подзолы субатлантического возраста (2200 лет назад по настоящее время), развивавшиеся в той же толще, где прежде в среднесуббореальном интервале (4300-3200 лет назад) уже сформировались подзо-



Микростроение погребенного подзола.
Двухъярусная почва в бассейне реки Ортина:
a – горизонт IIА1 с темно-бурыми
фрагментами растительных остатков
и темно-коричневым коллоидным гумусом;
b – горизонт IIЕ с углистыми частицами;
c – горизонт IIВНЕ с толстыми пленками
на зернах и коллоидным гумусом.

лы с хорошо выраженным иллювиальным горизонтом. Подобное совмещение разновозрастных почв объясняется небольшой скоростью накопления эоловых осадков, отчего разделительный слой, служащий «перемычкой» в «многоэтажных» объектах, не успевал формироваться.

Другой вариант совмещения современных и унаследованных признаков в «дневном» почвенном профиле — сохранение гумусовых педореликтов (фрагментов более древнего почвенного материала, в том числе «законсервированных» частей «стертого временем» горизонта). Обнаружить их можно зачастую лишь на микроуровне. Описанные Русановой образования представляют собой сгустковые темные формы на поверхности минеральных зерен или внутри структурных отдельностей. Что же касается современного органического вещества, то оно на тех же глубинах существует в комплексах с минеральными компонентами, а морфологически — это различные под микроскопом пленки.

Есть в Большеземельской тундре и иные варианты полигенетических «экспонатов». Специалисты полагают: низинные эутрофные* торфяные залежи в Субарктике представляют собой свиту погребенных почв. Русанова подробно изучила торфяник на приозерной террасе в бассейне реки Воркута и установила, что его формирование началось 8000 лет назад под покровом леса. Тогда темпы аккумуляции органического вещества были самыми высокими — около 1 мм в год. Однако 6290–5010 лет назад прирост замедлился до 0,4 мм в год из-за увеличения интенсивности биохимических и микробиологических процессов разложения. Резкое похолодание и уменьшение увлажнения 3200–2200 лет назад способствовало дальнейшему снижению скорости накопления торфа — до 0,1 мм в год.

Анализ стратиграфии, палеоботанического состава и радиоуглеродного возраста торфяника в сопоставлении с данными о различных почвах Большеземельской тундры позволил автору восстановить хронологию их эволюции в голоцене. Причем у супесчаных и суглинистых объектов этапы развития несколько различаются.

У первых точка отсчета приходится на среднесуббореальный период (4300–3000 лет назад), более теплый, чем настоящее время. Тогда под пологом тайги сформировались классические подзолы. Но

*Эутрофные (низинные) болота — тип болот с богатым водно-минеральным питанием, в основном за счет грунтовых вод. Расположены в поймах рек, по берегам озер, в местах выхода ключей, в низких местах (прим. авт.).

Г. Русанова и профессор Ж. Рейндерс (Голландия) описывают профиль почвы, сформировавшейся на верхней границе северной тайги, в бассейне реки Печора. 1980 г.

3000-2200 лет назад похолодало, леса отступили, на тундровых пространствах начались криогенные деформации почв и их погребение под эоловыми осадками. В теплую фазу среднесубатлантического периода (2100-1700 лет назад) ситуация повторилась, вернувшийся тогда процесс подзолообразования завершился лишь 1000 лет назад, когда основным «продуктом» взаимодействия всех факторов стали современные подбурь.

На суглинистых отложениях наилучшие условия для образования гумуса и процессов выноса иловато-пылеватых фракций мелкозема подарил позднеатлантический этап (6000-4600 лет назад). Тогда сформировались дерново-подзолистые почвы. Однако в суббореале (4600-4300 лет назад) резкое похолодание способствовало их деградации и погребению в результате солифлюкционных мерзлотных процессов и осадконакопления. В фазу потепления (4300-3000 лет назад), вероятно, началось развитие современной почвы. А в конце суббореального и в субатлантический период (3000-2200 лет назад — по настоящее время) они окончательно оформились в виде глееземов — почв с анаэробным водным режимом, отчего соединения железа и других элементов пребывают здесь в восстановленной форме и придают профилю сизоватые тона.

ЧТОБЫ МЕНЬШЕ СТАЛО «БЕЛЫХ ПЯТЕН»

Выводы, к которым приходит автор рассматриваемой монографии, в целом согласуются с существующими сегодня взглядами на эволюцию процессов почвообразования на севере Русской равнины в голоцене. Но богатейший аналитический материал о тундровых почвах, полученный и обобщенный Русановой, позволил исследователю выстроить их в эволюционные ряды — попытка, предпринимаемая впервые. Кроме того, пока только ею так детально изучена специфика процессов в так называемой экотонной (пограничной) зоне лес-тундра, в голоцене неоднократно поменявшей облик и «запомнившей» свою сложную историю благодаря консервативному компоненту ландшафта — почве.

Объективная картина жизни природы выстраивается перед человечеством по мере пополнения наших знаний о ней. «Белых пятен» еще немало, к ним относятся и некоторые стороны развития почв и ландшафтов на севере Русской равнины — вот почему так важны подобные работы. В почвоведении способность пытливого ученого к синтезу зависит от его кругозора и растет по мере освоения новых объектов. Поэтому для обобщений необходим богатый опыт полевых изысканий, способность свободно ориентироваться в огромном массиве сведений, накопленных коллегами. Все это без сомнения при-



суще автору книги — увлеченному исследователю, профессионалу с полувековым стажем.

Когда-то ответственный редактор данной книги Васильевская, отвечая на вопрос анкеты выпускника МГУ им. М. В. Ломоносова («Автопортреты поколения биологов МГУ 1950-2000») о том, что она считает своим основным вкладом в науку, написала: «Изучение слабо исследованных районов». Поистине, вот — труд, требующий от естествоиспытателя огромной самоотдачи и интеллектуального напряжения. И для автора предложенной вам монографии — это дело всей жизни. Не может не восхищать, что путь преодоления суровых препятствий, чинимых природой Севера, избрали женщины-ученые.

Иллюстрации из архива Г. Русановой

«ДЕНИСОВЕЦ» – ЧЕЛОВЕК ПАЛЕОЛИТА

В северо-западной части Горного Алтая в долине реки Ануй находится знаменитая Денисова пещера, древнейшая из обитаемых аналогов в Северной Азии. Пыльца и семена растений, раковины моллюсков, костные остатки животных и птиц, собранные тут за последние 20 лет сибирскими археологами, дали возможность ученым реконструировать природную среду и климат, а многочисленные артефакты (орудия из камня и кости, украшения) позволили сделать вывод, что переход от среднего к верхнему палеолиту* здесь происходил раньше, чем в других регионах. Исследование носит интеграционный характер, вместе с археологами поиск ведут геологи, петрографы, палеоботаники, палеозоологи, антропологи, палеогенетики.

На состоявшейся в Новосибирске пресс-конференции в декабре 2010 г. (отчет о ней опубликовала газета «Наука в Сибири») заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН доктор исторических наук Михаил Шуньков рассказал журналистам о результатах работ на этом уникальном объекте.

Два года назад в 11-м культурном слое (30–50 тыс. лет назад) Денисовой пещеры, соответствующем началу верхнего палеолита, обнаружили фалангу пальца, принадлежавшую древнему человеку. Это была редкая удача, ибо в истории отечественной археологии таких древних ископаемых костных останков людей известно немного.

Для проведения генетического анализа материал передали в Институт эволюционной антропологии Макса Планка (Германия), где из косточки выделили митохондриальную ДНК (содержится в клетках вне ядра — в митохондриях), расшифровали ее и пришли к совершенно неожиданному выводу: она отличалась по структуре от ДНК не только неандертальца, но и *Homo sapiens*. Соответствующая публикация в журнале «Nature» заставила заговорить об этом открытии мировую научную общественность. Но поскольку данные получили по митохондриальной ДНК, передающейся лишь по материнской линии, то потребовалось выделить еще и ядерную ДНК.

*Палеолит — древний каменный век, длился от возникновения человека (свыше 2 млн лет назад) примерно до 10 тыс. до н.э. (прим. ред.).

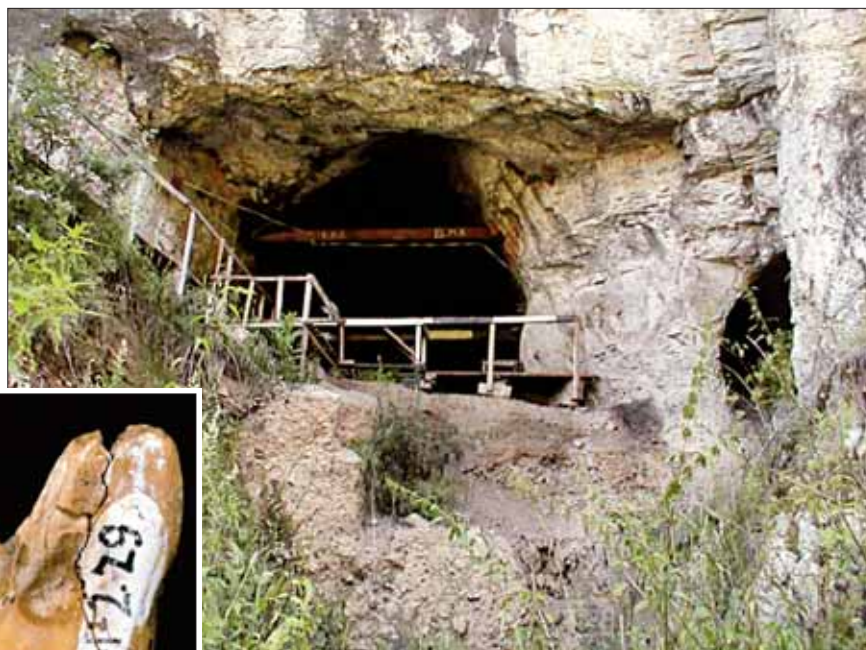
В архиве у археологов имелась еще одна находка — зуб, найденный в другой части той же пещеры и обладавший такими архаичными чертами, что специалисты долго не могли решить вопрос о принадлежности его человеку. Когда же подвели итоги по ногтевой фаланге мизинца, кстати, как оказалось, девочки-подростка, то зуб также передали для анализа антропологам и палеогенетикам.

Исследованиями занималась большая группа американских специалистов из Калифорнийского университета, Гарвардской медицинской школы, университетов Вашингтона (Сиэтл, США) и Британской Колумбии (Канада). И митохондриальная ДНК, выделенная из зуба, показала: он принадлежал человеку (на этот раз юноше) той же древней популяции, что и обладательница фаланги пальца. Правда, между временем обитания людей, которых представляют эти две особи, достаточно большой хронологический интервал — от 7,5 тыс. до 16 тыс. лет. Тем не менее вторая находка подтвердила, что неизвестная до сих пор науке популяция гоминидов на Алтае действительно существовала.

Очень важно и то, что эти данные получены не только по митохондриальной ДНК, но и по морфологическим признакам. Оказывается, по зубам млекопитающих можно определить их родовую и видовую принадлежность. Анализ вскрыл: найденный в пещере зуб гораздо древнее и архаичнее, чем зубы всех известных ископаемых людей современного вида — *Homo sapiens* и неандертальцев. Но они меньше размером и менее архаичны, чем у *Homo habilis* или *Homo erectus*. Словом, морфология подтвердила то же, что и генетика, — алтайская популяция занимает промежуточное место между *Homo erectus*, переселившимся из Африки в Евразию, и известными науке древними обитателями Евразии — *Homo sapiens* и неандертальцами. И третий важный момент: ядерная ДНК показала, что человек Денисовой пещеры — представитель действительно новой популяции, отличающейся от ископаемого *Homo sapiens* и неандертальца.

Интересующая нас ядерная ДНК дала новую информацию об этом таинственном гоминиде, названном «денисовец». Изучены тысячи пар нуклеотидов,

**Денисова пещера 300 тыс. лет
хранит древнюю историю Алтая.**



Зуб, найденный в Денисовой пещере.

составлены генетические последовательности, получен геном, который сравнили с 54 таковыми у современных людей всей нашей планеты. Вероятно, алтайский человек отошел от общей ветви, и развивался своим, как оказалось, тупиковым путем. Наиболее близкими к нему были неандертальцы. Судя по ядерной ДНК, общий ствол вел прямо к человеку современного физического облика — затем он разделился по расовым признакам, и в итоге появилось разветвленное современное человечество. Приблизительно 800 тыс. лет назад от этого ствола отделилась ветвь, спустя примерно 200 тыс. лет она разделилась еще на две: одна из них — неандерталец, другая — «денисовец». И обе оказались тупиковыми. Ответа на то, почему они исчезли, пока нет. Видимо, борьба с окружающей средой окончилась не в их пользу.

Уже после отделения от общей ветви у неандертальцев произошел так называемый дрейф генов: они общались с *Homo sapiens*, в результате у современного населения Евразии отмечается до 4% генов первых. А вот гены «денисовцев» не прослеживаются. Единственная из ныне существующих популяций, в которой есть от 4 до 6% генома вторых — меланезийцы, живущие на островах северо-восточнее Австралии. Причем, хотя они и обитают в одном с микронезийцами и полинезийцами регионе, однако сильно отличаются от них. Это не значит, что «денисовцы» каким-то образом мигрировали на юго-вос-

ток Азии, а потом и на острова между Австралией и Азией. Скорее можно предположить, что предки меланезийцев имели какой-то контакт с «денисовцами». И на этом фоне главный результат: по данным митохондриальной и ядерной ДНК, а также морфологии можно говорить о существовании древней популяции, заселявшей восточную часть Азии, ранее науке неизвестной.

Следующий вывод заключается в том, что на территории Евразии существовало три архаичных вида гоминидов: прогрессивный — *Homo sapiens*, который эволюционировал в современного человека, и два вымерших — неандерталец в Западной и Восточной Европе, на западе Азии и Ближнего Востока и «денисовец» на востоке Азии, на территории от Каспия до Тихого океана и на юге вдоль горной страны Тибет-Гималаи, во все времена являвшейся непреодолимым естественным барьером. Существует серьезная гипотеза о том, что человечество двигалось из Африки на восток двумя путями — северным и южным, обходя упомянутую горную страну. Таким образом, благодаря недавно добытым научным сведениям, древнейшая история, с одной стороны, усложнилась, а с другой — наполнилась новыми фактами.

Нельзя не отметить и очень интересную археологическую интригу. Дело в том, что культура, носителем которой был «денисовец», намного более продвинута в своем развитии, чем неандерталец. На Алтае оба

**Археологи за работой.**

они обитали одновременно, что можно считать доказанным. Например, в 100 км от Денисовой пещеры, у села Сибирячиха в пещере Окладникова также найдены костные фрагменты гоминида. При тестировании их ДНК в Институте эволюционной антропологии Макса Планка установлено: они принадлежат неандертальцу. Схожие костные останки выявлены в 2010 г. в пещере Чагырской, расположенной в 150 км от Денисовой.

Каменные орудия, наконечники, скребла, обнаруженные в пещерах Окладникова и Чагырской, имеют четко выраженный западноевропейский, так называемый мустьерский облик. А мустье — это классическая каменная индустрия, напрямую связанная с неандертальцами. Остатки же материальной культуры в Денисовой пещере по археологическим признакам отвечают культуре человека современного физического облика, причем этот поведенческий комплекс проявился здесь очень рано (в одной из наиболее авторитетных лабораторий по радиоуглеродному анализу, в Оксфорде, получена серия дат, указывающая на то, что «денисовец» обитал около 50 тыс. лет назад). В Европе к находкам сибирских археологов относились вначале с некоторым скепсисом. Но несколько симпозиумов, проведенных на Алтае, помогли иностранным специалистам увидеть все своими глазами. А на лето 2011 г. запланировано еще одно мероприятие, куда приглашены самые авторитетные археологи, антропологи и палеогенетики.

Кстати, в 11-м культурном слое Денисовой пещеры найдены не только предметы прогрессивной каменной индустрии, но и орудия из кости, в частности, миниатюрные 5-сантиметровые каменные иглы с просверленным ушком. Обнаружены и следы символической деятельности — различные украшения, которые, кроме чисто эстетической, имеют важную

знаковую функцию социальной стратификации. Эти предметы свидетельствуют о духовной эволюции человека и определенной сложной социальной организации древних людей, населявших Денисову пещеру 50 тыс. лет назад. Два фрагмента браслета из хлоритолита, редкого камня, при различном освещении изменяющего свою окраску, который, скорее всего, был доставлен сюда из рудного Алтая, свидетельствуют об «экспорте» сырья в те времена. Расстояния в 200 км и даже более, видимо, не были проблемой в каменном веке: в этом же слое найдены бусины из скорлупы яиц страуса, а ближайшие выходы такого сырья встречаются в Монголии и Забайкалье.

Находки, подобные обнаруженным в Денисовой пещере, — одни из самых ранних в мире. При детальном трасологическом и технологическом исследовании браслета зафиксированы следы применения различных технологий — станкового сверления, расточки, шлифовки и полировки (они получили широкое распространение в эпоху неолита, правда, отдельные приемы появились раньше, в конце палеолита). Но считалось, что они никак не могли применяться ранее, чем 15–20 тыс. лет назад, а здесь 50 тыс. Это значительно изменило представления о возможностях и техническом уровне древнего человека.

Будем надеяться, что Денисова пещера откроет еще немало тайн.

Михайлова В. «Денисовец» — человек палеолита, не оставивший потомства». — «Наука в Сибири», 2011, № 5

Иллюстрации с интернет-сайта газеты «Наука в Сибири» и других источников

Материал подготовил Сергей МАКАРОВ

ИСТОЧНИК ЖИЗНИ

Ольга БОРИСОВА, журналист

**В 2007 г. в городе Угличе (Ярославская область)
открылся Центральный музей истории гидроэнергетики России —
первый в мире такого профиля.**

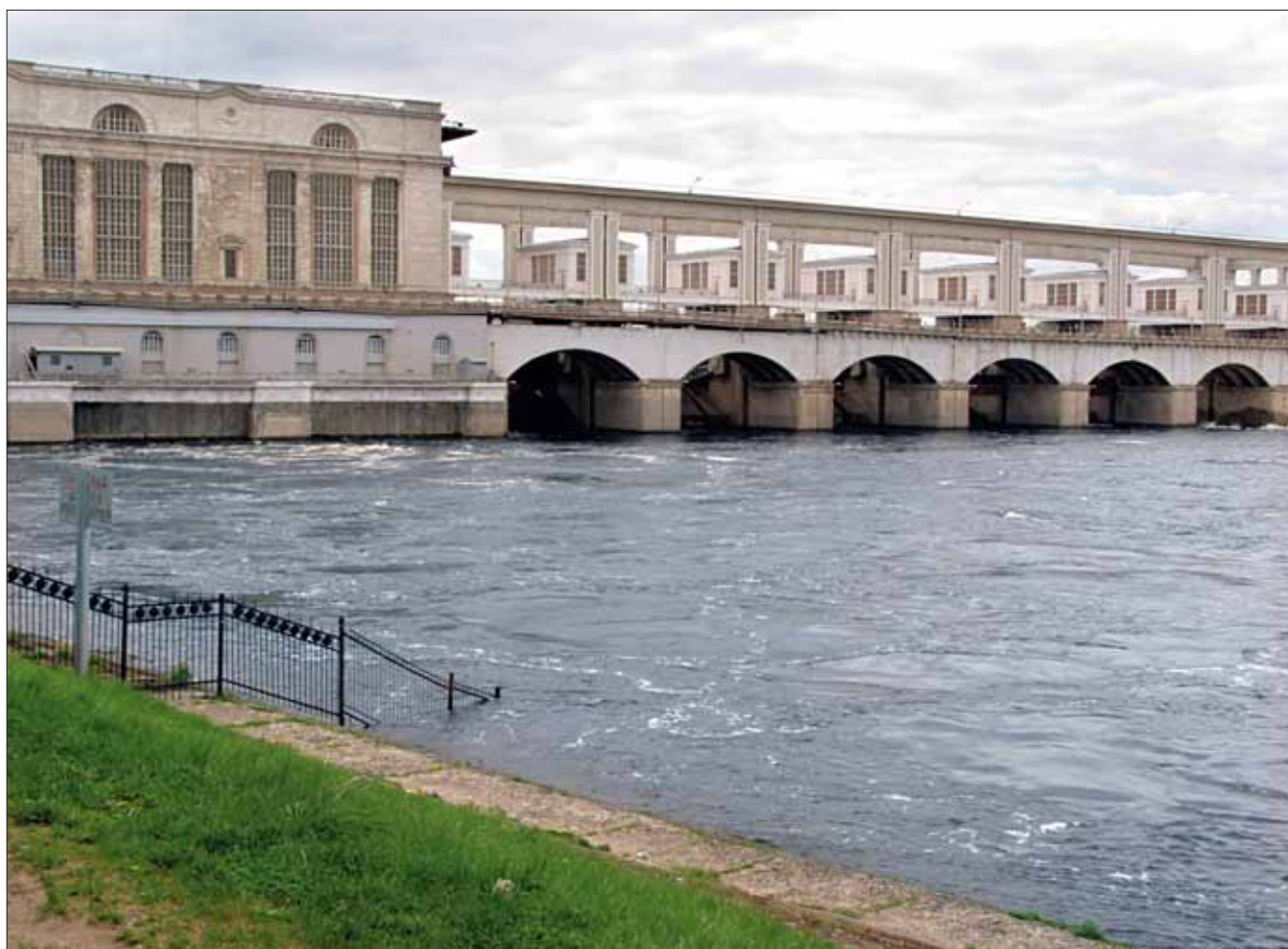
**Это современный интерактивный информационный центр,
функционирование которого построено
на прямом взаимодействии с посетителями:
они приводят в действие макеты,
тренажеры, схемы, модели, мониторы и пр.**

**И вся автоматизация здесь базируется, естественно,
на использовании электричества,
что символично: помогает его получать,
причем самым дешевым и экологически чистым способом,
энергия воды. Не случайно входящих в вестибюль
встречает огромная серебристо-синяя капля,
в которой отражается земной шар.**

Уникальное культурно-просветительское учреждение, куда мы совершаем путешествие, находится на берегу Волги, на территории Угличской ГЭС, в двухэтажном здании Управления Волголага*. В течение полутора лет здесь проводили осно-

*Волголаг — Волжский исправительно-трудовой лагерь, существовавший в 1935–1944 гг., где 15–20% заключенных были «политическими». Создан для строительства Угличского и Рыбинского гидроузлов (прим. ред.).

вательную реконструкцию, чтобы на первом, втором и цокольном этажах сделать выставочные залы. В результате благодаря огромной работе строителей и создателей музейного комплекса он вошел в число лучших в России. Пролог же экспозиции, исторически связанный с помещением, где она располагается, — фрагмент кабинета начальника Волголага Якова Раппопорта: подлинная резная мебель немецкой работы (шкаф, письменный стол, кожаные кресла), на-



Угличская ГЭС.

учная литература, строительная документация верховневожских гидроузлов, чертежи, печатная машинка, телефонный аппарат, карандаши.

С давних пор люди знали: вода — источник жизни, и место для поселения выбирали рядом с родником или ручьем. А более 2000 лет назад научились использовать ее энергию — строить на реках колеса, которые вращал напор течения, а они, в свою очередь, приводили в движение различные механизмы (пилы, воздуходувки и т.д.) и жернова, перемалывавшие зерно на муку. Так появились водяные мельницы, повсеместно распространившиеся в средневековье, особенно при монастырях (макет такого прообраза гидроэлектростанции представлен в экспозиции музея).

Тем временем ученые вели эксперименты по попыткам полезного использования электричества. Источниками его сначала служили гальванические элементы, а в последней трети XIX в. их сменили генераторы, что дало мощный импульс развитию этого вида энергетики. В 1873 г. в Петербурге на Одесской улице установили два первых в мире экспериментальных электрических фонаря, что горожанам очень понравилось, а через шесть лет такими новин-

ками украсили Литейный проспект северной Пальмиры, используя лампы, изобретенные инженером Павлом Яблочковым, вызвавшие восхищение в Европе и прозванные «русским светом»*.

В 1886 г. группа отечественных промышленников и банкиров основала финансовый синдикат, занявшийся прежде всего освещением Петербурга и Москвы, пуском в обеих столицах трамвая. К тому времени в городе на Неве уже три года действовало устройство наподобие водяной мельницы (производство немецкой фирмы Сименс), установленное на реке Мойка и вырабатывавшее постоянный ток для питания фонарей Nevского проспекта. Первой же отечественной гидроэлектростанцией принято считать четырехтурбинную Березовскую (Зырянскую), построенную в 1892 г. на Алтае, на реке Березовка (приток Бухтармы), для Зырянского рудника по добыче полиметаллических руд.

Работы по внедрению в народное хозяйство электричества в развитых странах шли быстрыми темпами. Однако широким фронтом лампы накаливания

*См.: В. Лишевский. «Русский свет». — Наука в России, 1997, № 2 (прим. ред.).

Центральный музей истории
гидроэнергетики России.



Фрагмент интерьера кабинета
директора Волголага.



Невский проспект конца XIX в.
Действующая модель.





*Первые электрические фонари
в Петербурге.*

начали наступать по всей планете лишь с 1891 г., после того, как наш электротехник Михаил Доливо-Добровольский осуществил передачу тока мощностью 220 кВт на беспрецедентное по тем временам расстояние — 175 км, доказав тем самым возможность использования удаленных источников питания. Иллюстрациями этого этапа истории гидроэнергетики в музее служат фотоснимки, письменные материалы, действующий макет части Невского проспекта конца XIX в.: трамвайная остановка, озаренная «русским светом».

Специальный раздел экспозиции посвящен Государственному плану электрификации России (ГОЭЛРО). В 1920 г. правительство страны приняло постановление о реализации грандиознейшего на тот момент проекта (с позиций сегодняшнего дня — одного из основополагающих в развитии науки и техники XX в.), в разработке которого участвовали около 200 ученых, инженеров, экономистов. Он предусматривал возведение к 1935 г. 30 ГЭС суммарной мощностью 1,5 млн кВт, однако этой величины удалось достичь на три года раньше, а к установленному сроку превысить ее втрое.

В музее можно познакомиться с макетом первой гидроэлектростанции, построенной по плану ГОЭЛРО, — на реке Волхов (между Ладужским и озером Ильмень; 1926 г.), многое узнать о жизни и деятельности автора нескольких его разделов и руководителе всех работ Глеба Кржижановского (академик с 1929 г., вице-президент АН СССР в 1929–1939 гг.), инженеров-энергетиков Генриха Графтио, Александра Винтера, экономиста и экономико-географа Ивана Александрова (все трое академики с 1932 г.) и др.

Значительная часть экспозиции — документы, фотографии, макеты шлюзов и других гидротехнических объектов — связана с «хозяйкой» здания музея,

одной из старейших в стране Угличской гидроэлектростанцией, входящей в число главных достопримечательностей города*. Ее начали строить в 1935 г., через пять лет ввели в эксплуатацию первый гидроагрегат и линии электропередачи Углич–Москва на 220 кВ, а еще год спустя — второй, что сыграло большую роль в энергоснабжении страны в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Кроме того, здешние напорные сооружения образовали водохранилище, обеспечившее судоходство на верхней Волге.

Следующий этап строительства Угличской и Рыбинской ГЭС пришелся на годы гитлеровского нашествия, и работы шли медленно. В итоге акт о приеме в промышленную эксплуатацию обоих гидроузлов утвердили лишь в 1955 г. С их вводом в строй ранее дефицитная по мощности Московская энергосистема стала избыточной, что позволило передавать излишки выработанной ею электроэнергии в единую «копилку», формируемую для нужд всей европейской части страны. В настоящее время на гидроэлектростанции, куда мы совершаем путешествие, идет реконструкция, в частности замена устаревшего оборудования, в том числе гидрогенераторов и турбины (ее предшественница установлена на площадке возле музея в качестве экспоната).

Работы по вводу в строй Угличской и Рыбинской ГЭС шли с широким использованием труда заключенных Волголага. Эту мрачную страницу электрификации страны представляет Зал памяти. Здесь можно увидеть карты районов страны, где отмечены места дислокации исправительных учреждений, подлинные документы с печатью Наркомата внутренних дел, поступившие сюда из архивов верхневолжских гидроузлов. Представлены также предметы быта, рабочие инструменты, продовольственный паек, фотографии узников, макет лагеря для заключенных, фрагмент его интерьера.

Именно тогда в нашей стране начался «золотой век» гидроэнергетики. В 1940 г. отечественные ГЭС выработали более 50 млрд кВт·ч электроэнергии, что в 25 раз выше, чем в 1913 г., через 10 лет — 90 млрд кВт·ч, а к середине 1960-х СССР занял второе место в мире по выработке электроэнергии после США. Об этом и многом другом рассказывают оживающие по мановению руки экскурсовода схемы, планы, мультимедийные экраны (использующие все виды информации — текст, графику, речь, музыку, фрагменты документальных фильмов, мультипликацию и т.д.).

Особенно интересны действующие модели: гости музея наблюдают, как с помощью мостового крана идет замена оборудования на Саратовской ГЭС, следят за проверкой работы нового гидроагрегата, проводимой специальной установкой (подарена московским институтом «Гидропроект»), видят все фазы

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



Демонтированная турбина Угличской ГЭС на территории музея.

прохождения по шлюзу судов. А в стереозале, надев специальные очки, можно совершить виртуальное путешествие по территории электростанции, в том числе по машинному залу, земляной и водосливной плотинам, шлюзам, и даже попасть в ее «сердце» — турбину. Кстати, очень наглядно представлено, что такое один киловатт вырабатываемой ею энергии: телевизор, микроволновая печь, утюг, вентилятор, торшер одновременно работают в течение 40 с. Есть в экспозиции и велотренажер. Если крутить его педали, то механическая сила преобразуется в электрический ток.

Здесь можно получить и представление об уникальных ГЭС планеты: единственной отечественной приливной Кислогубской (1968 г.) на Кислой губе Баренцева моря, самой мощной в России Саяно-Шушенской (2000 г.) на Енисее, бразильской «Итайпу» (2007 г.) на реке Парана, являющейся крупнейшим производителем электроэнергии в мире, и множестве других. К тому же посетители совершают виртуальное путешествие по филиалам музея, созданным на Жигулевской (1957 г.), Волжской (1961 г.), Саратовской (1971 г.) и других гидроэлектростанциях Волго-Камского речного бассейна.

Многие страны, в том числе США, Норвегия, Швейцария, Новая Зеландия, львиную долю потреб-

ностей в электричестве обеспечивают за счет ГЭС. Ведь Земля обладает очень большими запасами воды — наиболее возобновляемого источника энергии и позволяющего сохранять запасы углеводородного сырья. Наконец, гидроэнергетика помогает решать такие задачи, как организация водоснабжения, судоходства, ирригации сельскохозяйственных объектов, рыборазведение, регулирование стока рек. И замечательный угличский музей предоставляет нам весь спектр информации о воде, ее работе на благо человека. Не случайно высокую оценку этому интерактивному центру дали посетившие его в 2007 г. члены Международной комиссии по большим плотинам (неправительственная организация со штаб-квартирой в Париже, образованная в 1928 г.) — самой авторитетной организации отрасли, объединяющей ведущих ученых и практиков, обобщающей мировой опыт плотиностроения в целях содействия эффективному использованию водных ресурсов.

Иллюстрации предоставлены автором