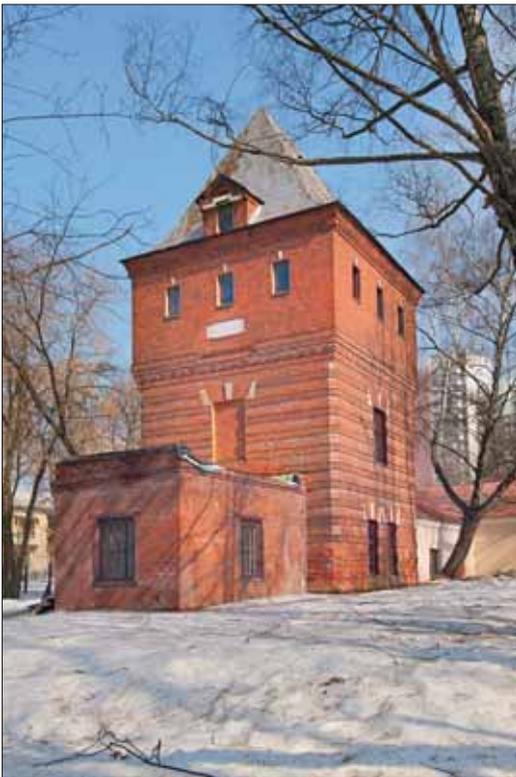


31 Более трех лет работает Большой адронный коллайдер. Ученые в экспериментах выполнили огромное количество измерений. Обнаружены новые частицы и физические явления. Получены подтверждения предсказаний Стандартной модели. Однако главной сенсацией стало открытие в июле 2012 г. бозона Хиггса.



37 В конце 2012 г. в России состоялся один из представительнейших форумов по проблемам сохранения и изучения морских млекопитающих. Насколько велики экологические угрозы, связанные с изменением климата и освоением Арктики человеком? Что надо предпринять в связи с сокращением популяции белого медведя? Вот лишь часть тем, обсужденных на конференции «Морские млекопитающие Голарктики VII».



88 В 1999 г. на северо-западе Москвы был образован природный парк «Тушинский», жемчужиной которого стал архитектурный ансамбль старинной усадьбы Братцево.



На огромном пространстве северной Азии ученым еще недавно не было известно ни одного местонахождения динозавров, которое соответствовало бы интервалу 160–145 млн лет назад, т.е. заключительному отрезку юрского периода. Поэтому открытие остатков позднеюрских рептилий в центре Забайкальского края, на юго-восточном склоне безлюдной пади Кулинда, представляет собой примечательное событие, еще более значимое в свете дефицита подобных данных в мире и в Азии особенно. В этом же местонахождении обнаружены остатки, а также следы других древних организмов.

Редакция осуществляет продажу отдельных номеров журнала и подписку на него

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

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

Формат 60x90/8, Бум. л. 7.0, Усл. печ. л. 14.0, Уч.-изд. л. 14.1

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

Свидетельство о регистрации № 014399 от 26.01.1996 г.

Подписано в печать 29.12.2012. Заказ № 889

© Российская академия наук, Президиум, «Наука в России», 2013



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

- Бабин С.** «Случайный» волоконный лазер 4
Ившина И.
Роль бесконечно малого бесконечно велика..... 9
Алифанов В., Сеница С.
«Парк юрского периода» в Забайкалье 16
Смагин А. Настоящее и будущее
самой плодородной почвы 23

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- Смирнова Л.** Открытия на Большом адронном
коллайдере..... 31

С МЕСТА СОБЫТИЙ

- Сидорова Е.**
Необъятный мир морских млекопитающих 37

ЮБИЛЯРЫ

- Превыше всего — наука 45
Белецкая В. Академик Александров: прямая речь..... 46
Велихов Е. Он не мог жить по-иному..... 49
Мокульский М.
У истоков возрождения отечественной генетики 59
Хализева М. Александровский стиль 63
Попов В. Научные труды академика Александрова 70

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Вехов Н.** Начала отечественной географии 80
Толмачева Е.
Достижения современной египтологии..... 96

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

- Базанова О.** У кромки Сходненской Чаши 88
Шатко В., Потапова С., Фролов В.
Сад в долине Кулла 106

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

- Межокеанский конвейер..... 78



13 февраля 2013 г. научная общественность страны отметит 110-летие со дня рождения академика Анатолия Александрова. По совокупности решенных под его руководством научно-технических задач государственного уровня — разработка системы противоминной защиты кораблей Военно-морского флота СССР, строительство ядерных реакторов, создание первой советской атомной подводной лодки, мощного подводного и ледокольного флота — Анатолию Петровичу, пожалуй, нет равных в истории отечественной науки XX века.

«СЛУЧАЙНЫЙ» ВОЛОКОННЫЙ ЛАЗЕР

Член-корреспондент РАН Сергей БАБИН,
заведующий лабораторией волоконной оптики,
заместитель директора по научной работе
Института автоматизации и электрометрии СО РАН (Новосибирск)

В сегодняшнем динамичном мире все большую роль играют высокоскоростные средства связи. В настоящее время до 75% передаваемой информации — от интернета до мобильных телефонов и телевидения — проходит по магистральным волоконно-оптическим линиям, и из года в год этот объем растет. Вот почему перед разработчиками стоит задача развития нового поколения коммуникационных систем, в частности способных доставлять сигнал без потери качества на всё большие расстояния с минимальными затратами. Решать эти проблемы помогают лазерные технологии.

Напомним некоторые принципы, на которых действует лазер. Известно, что для лазерной генерации нужна активная среда, усиливающая свет (например, кристалл рубина), и положительная обратная связь, превращающая оптический усилитель в генератор когерентного излучения. Для формирования такой связи активную среду помещают в резонатор — он обычно состоит из двух зеркал, настроенных параллельно друг другу. Зеркала отражают свет обратно в усиливающую среду, и если коэффициент усиления превышает потери при двойном проходе между зеркалами, то достигается порог генерации и мощность излучения резко возрастает, но не до бесконечности, а стабилизируется на уровне, определяемом эффектом насыщения, — усиление в активной среде с ростом мощности падает и в стац-

онарном режиме становится равным потерям в резонаторе.

Поперечное сечение лазерного пучка ограничено размерами активной среды или зеркал резонатора, который не может быть очень длинным, так как пучок в свободном пространстве расширяется из-за дифракции. И чем меньше размер пучка, тем сильнее его расходимость и, соответственно, потери на зеркалах. От этих недостатков свободен полностью закрытый вариант резонатора, когда в промежутке между зеркалами пучок распространяется по волноводу, каковым является, например, волоконный световод*. Последний важен для дальнейшего изложения, поэтому коротко остановимся на его устройстве.

*См.: А. Прохоров, Е. Дианов. Волоконная оптика: проблемы и перспективы. — Наука в СССР, 1987, № 3 (прим. ред.).

**В лаборатории волоконной оптики
Института автоматики и электрометрии
СО РАН российские участники проекта.**

**Слева направо:
кандидат физико-математических наук
Сергей Каблуков,
доктор физико-математических наук
Евгений Подвиллов,
член-корреспондент РАН Сергей Бабин.**



Сердцевина световода диаметром около 10 мкм изготавливается из легированного кварцевого стекла и имеет повышенный показатель преломления. Внешняя оболочка (ее диаметр ~ 100 мкм) также стеклянная, а сверху покрыта пластиком. Свет распространяется по сердцевине за счет эффекта полного внутреннего отражения, причем практически без потерь — совсем незначительные потери определяются рэлеевским рассеянием* на неоднородностях показателя преломления субмикронного масштаба, присущих структуре стекла. В пассивных волоконных световодах, используемых в телекоммуникациях, коэффициент потерь уменьшается с ростом длины волны и достигает минимума (~0,2 дБ/км) вблизи ~1,55 мкм, т.е. сигнал слабеет в 100 раз, пройдя 100 км пути, что и определяет предельную длину участка волоконной линии связи между усилителями сигнала.

Другое ценное свойство таких световодов — фоточувствительность: если воздействовать на какой-то участок сердцевины волокна ультрафиолетовым излучением, то можно на протяжении этого отрезка изменить показатель преломления. Упрощенно говоря, таким образом реально создать подобие фильтров или, если хотите, шторок на пути света, вдобавок обладающих способностью к его отражению, т.е. берущими на себя роль зеркал. Для отражения конкретной длины волны света в сердцевине световода формируется периодическая структура показателя преломления — так называемая волоконная брэгговская решетка**, коэффициент отражения которой

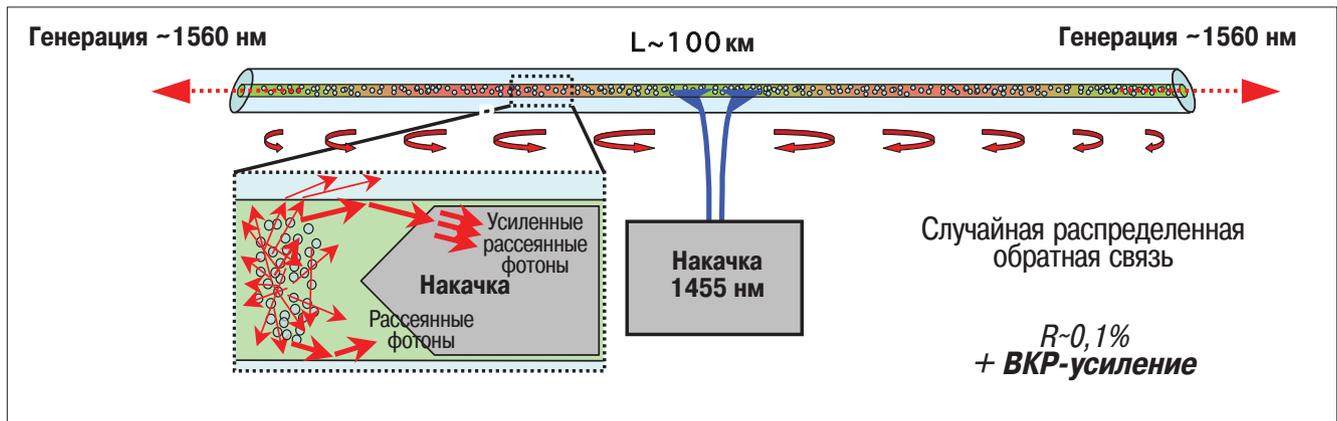
*Рэлеевское рассеяние — рассеяние света на объектах, размеры которых меньше длины его волны. Названо в 1871 г. в честь открывшего это явление британского физика лорда Рэля (*прим. ред.*).

**Брэгговская решетка — названа по фамилии английских физиков отца и сына Уильяма Генри и Уильяма Лоренса Брэггов, основоположников рентгеноструктурного анализа; нобелевские лауреаты 1915 г. (*прим. ред.*).

может превышать 99%. Эти внутриволоконные лазерные зеркала выдерживают большую мощность и «живут» много лет. И именно с их помощью можно из световода сделать волоконный лазер (его идею предложил сотрудник компании «American Optical» Элиас Снитцер еще в 1961 г., т.е. всего через год после запуска американским физиком Теодором Мейманом первого лазера на кристалле рубина).

Уже тогда были очевидны преимущества волоконного активного элемента в сравнении с кристаллом: за счет большой удельной площади поверхности волоконного световода достигается эффективный теплоотвод, а его волноводные свойства обеспечивают высокое качество выходного пучка, нечувствительного к нагреву активного элемента. Однако уровень технологий того времени (низкое качество оптоволокна, сложность схем накачки и необходимость сопряжения активных световодов с объемной оптикой — зеркалами и другими элементами) отодвинул на десятки лет внедрение этого типа лазеров в практику.

Прогресс в их развитии стал реален во многом благодаря появлению волоконно-оптической связи и телекоммуникационных технологий, в первую очередь, созданию в конце 1960-х годов световодов с низкими потерями на основе кварцевого стекла, чего удалось достичь за счет уменьшения концентрации примесей. За работы в этой области китайскому (одновременно британскому и американскому) инженеру-физику Чарльзу Као присудили Нобелевскую премию по физике 2009 г. Практическое внедрение волоконно-оптических линий связи, особенно бурное в 1990-х годах после появления интернета, привело к созданию принципиально новой элементной базы волоконной оптики: эффективных источников оптической накачки — полупроводни-



Принцип работы лазера со случайной распределенной обратной связью.

При введении в световод в двух направлениях излучения накачки (1455 нм) из-за эффекта вынужденного комбинационного рассеяния создается распределенное усиление как для прямых, так и рассеянных фотонов, и если интегральный показатель их усиления превышает потери за полный проход, возникает генерация на ~1560 нм.

ковых лазеров* с выводом излучения в оптическое волокно, волоконных брэгговских решеток и других элементов, на основе которых были разработаны эффективные лазеры в полностью волоконном исполнении.

Простейший вариант устройства такого типа представляет собой отрезок активного волоконного световода с сердцевиной, легированной ионами редкоземельных элементов (иттербия, эрбия и др.), на концах которого сформированы волоконные брэгговские решетки, выступающие в роли отражателей светового пучка. Некогерентное излучение многомодового лазерного диода накачки вводится в световод через ответвитель и переводит активные ионы в возбужденное состояние, создавая тем самым усиливающую среду. При этом брэгговские решетки, отражающие свет на резонансной частоте, формируют резонатор лазера непосредственно в волоконном световоде.

Реализация полностью волоконной схемы привела к революции в лазерной технике — она не требует юстировки зеркал, обладает высокой эффективностью и стабильностью генерации при высоком качестве пучка. Как оказалось, для усиления не обязательно использовать оптическую накачку лазерных уровней ионов редкоземельных элементов. Его можно создать и в пассивном телекоммуникационном волокне за счет эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) света на оптических фоновых (колебаниях) в стекле. Проявление этого эффекта связано с концентрацией интенсивного излучения в сердцевине световода большой протяженности.

В 2006 г., проводя эксперименты с ВКР-лазерами совместно с группой британских коллег из Университета Астон (Бирмингем), руководимой нашим соотечественником профессором Сергеем Турицыным, мы сформулировали два вопроса: до каких пределов

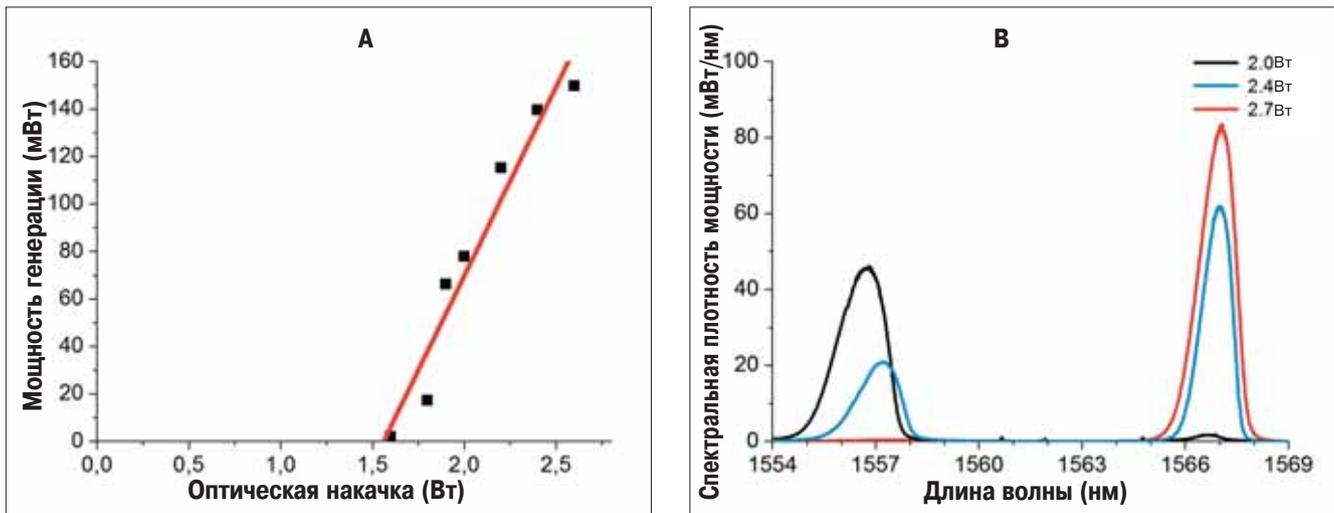
можно увеличивать длину волоконного лазера? может ли она превысить протяженность пассивного участка волоконно-оптической линии связи (~100 км)? Работа начиналась с реализации ВКР-лазеров с длиной резонатора (расстояние между волоконными брэгговскими решетками, выступающими в роли зеркал) в 10–20 км, а затем этот показатель достиг ~100 км. В 2009 г. удалось обнаружить искомым предел — он оказался равным 270 км. Выяснилось, что вплоть до этой границы наблюдается структура продольных мод* линейного резонатора (с межмодовым расстоянием ~400 Гц). Это означает: между «зеркалами», разнесенными на 270 км, формируется стоячая электромагнитная волна** (она получается в результате наложения движущихся навстречу падающей и отраженной волн одинаковой интенсивности), что само по себе поразительно. Еще удивительнее оказалось то, что при дальнейшем увеличении длины (до 300 км и более) лазер тоже работает, но уже в «безмодовом» режиме.

Было высказано предположение: к генерации в этом случае приводит рэлеевское рассеяние на субмикронных неоднородностях показателя преломления — то самое, которое определяет синий цвет неба над головой и минимальный уровень потерь в телекоммуникационных волоконных световодах. Хотя рассеяние в световоде идет во все стороны, часть излучения, ушедшего назад, попадает обратно в световод и распространяется во встречном направлении. Интегрально эффект очень мал (на уровне 0,1%), но если в волокне создать распределенное усиление

* Мода — тип колебаний; отличаются друг от друга скоростью распространения, распределением интенсивности по сечению световода, направлением вектора электрического поля. По поперечной структуре световоды разделяются на одно- и многомодовые (прим. ред.).

** Стоячая волна (в общем виде) — колебания в распределенных колебательных системах с характерным распределением максимумов и минимумов амплитуд. Возникают при отражениях от преград и неоднородностей в результате наложения отраженной волны на падающую; примеры — колебания струны, колебания воздуха в органичных трубах (прим. ред.).

*За создание лазеров на гетероструктурах, работающих при комнатной температуре, российскому ученому академику Жоресу Алфорову была присуждена Нобелевская премия по физике 2000 г. (прим. ред.).



Мощность генерации с одного конца волокна в зависимости от полной мощности накачки (А).

Спектр генерации $p(\lambda)$ в зависимости от полной мощности накачки (В):

2 Вт — генерируется линия 1557 нм; 2,4 Вт — одновременно линии 1557 и 1567 нм, соответствующие двум локальным максимумам в спектре ВКР-усиления; 2,7 Вт — 1567 нм.

(например, за счет вынужденного комбинационного рассеяния), такое рассеянное излучение может оказаться достаточным для преодоления порога генерации даже в отсутствие обычных точечных отражателей.

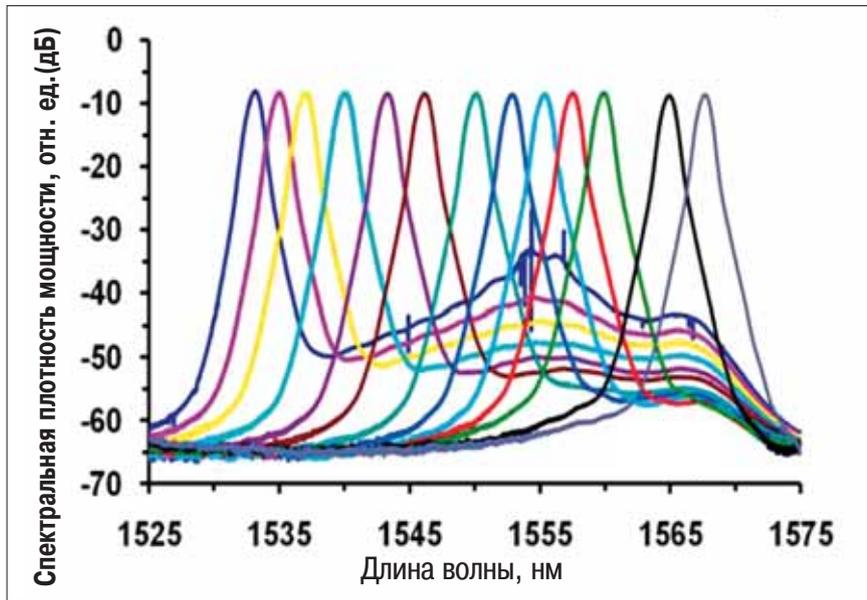
Для проверки гипотезы был выполнен эксперимент: в ходе его в волокне длиной ~ 100 км создавалось распределенное усиление при одновременном устранении паразитных отражений (от торцов и соединений волокна). Оказалось, что и без брэгговских зеркал при превышении некоторого порога по мощности накачки ($\sim 1,5$ Вт) с двух концов волокна наблюдается узкополосная лазерная генерация с локализацией спектра вблизи максимума ВКР-усиления. Поскольку в кварцевом стекле линия ВКР имеет два локальных максимума, в генерации наблюдаются две линии (1557 и 1567 нм) или одна из них в зависимости от мощности накачки. При этом было доказано, что генерация возникает благодаря так называемой случайной распределенной обратной связи (СРОС) из-за рэлеевского рассеяния.

Качественно СРОС-лазер похож на хорошо изученные волоконные лазеры с регулярной распределенной обратной связью (так называемые РОС-лазеры, в которых брэгговская решетка формируется вдоль всего активного волоконного световода), но из-за разницы в силе решеток линейные масштабы таких лазеров отличаются на 7 порядков (сотни километров и сантиметры соответственно). Принципиальную роль играет также случайный характер распределенной обратной связи. В СРОС-лазере регулярная структура продольных мод отсутствует и в генерацию выходит континуум случайных спектральных компонент вблизи двух максимумов усиления сигнала на 1557 и 1567 нм. Отметим еще одно принципиальное отличие СРОС-лазера: обратная связь в нем зависит от распределенного усиления, определяемо-

го оптической накачкой, а она, в свою очередь, истощается с ростом мощности лазера, генерируемой в континууме спектральных компонент, которые взаимодействуют между собой. Это принципиально меняет механизм генерации. Не вдаваясь в детали, важные для специалистов, отметим, что для его понимания предстоит ответить на вопросы фундаментального характера. Такие попытки предпринимаем не только мы — после публикации наших результатов в журнале «Nature Photonics» в 2010 г. данной проблемой занялись еще несколько групп ученых. И уже можно говорить, что научное сообщество признало: предложенная нами схема представляет собой новый тип лазерной генерации.

Идеологически эта проблема близка активно развивающейся в последнее время концепции «случайных» лазеров (от англ. «random lasers») — генерации в разупорядоченных (случайно неоднородных) усиливающих средах, таких как порошки лазерных кристаллов или полупроводников, суспензии красителей с рассеивающими наночастицами и др. В отличие от обычных лазеров, где свойства излучения (спектр и форма выходного пучка) определяются модами резонатора, в «случайных» оптического резонатора в привычном понимании нет — их характеристики определяются процессами многократного рассеяния в разупорядоченной усиливающей среде. Отметим, что эта концепция впервые была сформулирована первооткрывателем лазерного охлаждения атомов профессором Владиленом Летоховым еще в 1967 г.

«Случайные» лазеры обладают предельно простой конструкцией, особенно в сравнении с микролазерами на полупроводниковых гетероструктурах и кристаллах, требующих прецизионного резонатора. Правда, еще предстоит улучшить их выходные характеристики: эти новые системы обычно излучают в импульсном режиме, имеют сложный случайный



Перестройка спектра генерации СРОС-лазера в диапазоне 1535 – 1570 нм с помощью специального фильтра.

спектр генерации и очень непростую диаграмму направленности пучка. Один из способов совершенствования подобных устройств — переход к меньшей размерности. Еще до нас было показано, что одномерные случайные среды (набор пластин случайной толщины или суспензия красителя с наночастицами в полном световоде) позволяют формировать направленный пучок точно так же, как в обычных лазерах, однако временные и спектральные характеристики случайных лазеров пока им уступают.

В этом смысле созданный нами волоконный лазер со случайной распределенной обратной связью можно рассматривать как одномерный «случайный» лазер, так как свет усиливается и рассеивается только в одном направлении — вперед или назад по волоконному световоду. А в обычных «случайных» лазерах, представляющих из себя «шарик» из рассеивающих и/или усиливающих частиц, свет распространяется во всех направлениях. При этом волоконный «случайный» лазер отличается от объемных узким спектром, высокой стабильностью и качеством пучка, определяющимися волноводными свойствами оптоволокна, как и у обычных волоконных «собратьев». А в отличие от последних, имеющих резонатор из зеркал (регулярных отражателей — точечных или распределенных), рэлеевские СРОС-лазеры не имеют принципиальных ограничений по длине, могут достаточно просто перестраиваться по частоте и генерировать на многих линиях в разных спектральных диапазонах. В частности, установка в центр схемы (между вводами накачки) акустооптического фильтра с волоконными входом и выходом позволила реализовать плавную перестройку СРОС-лазера в широком диапазоне длин волн 1535–1570 нм с вариациями мощности $<3\%$ ($\sim 0,1$ дБ), что на порядок лучше, чем у перестраиваемых ВКР-лазеров с линейным или кольцевым резонатором.

Уникальные свойства волоконных рэлеевских СРОС-лазеров применимы как в фундаментальных и прикладных работах, так и на практике, особенно в сверхдальней оптической связи и распределенных сенсорных системах, что является предметом будущих исследований. В частности, в ультрадлинном волоконном лазере (с комбинированным резонатором из точечных отражателей и распределенного рэлеевского «зеркала»), реализованном непосредственно в волоконно-оптической линии связи, генерируемое излучение может быть достаточно однородным по длине и использовано в качестве однородной вторичной накачки распределенного ВКР-усилителя оптического сигнала. При равенстве индуцированного усиления и его потерь сигнал в линии может успешно передаваться на большие расстояния в широкой полосе частот. На этой основе реально создание принципиально новых систем высокоскоростной передачи информации, причем без промежуточных усилителей. Такая работа начата в нашем институте по договору с ОАО «Ростелеком». В конце 2011 г. в лабораторных условиях продемонстрирована эффективная передача по линии длиной до 250 км без промежуточных усилителей. В ближайшем будущем планируется проведение испытаний новой технологии на действующей магистральной линии связи.

РОЛЬ БЕСКОНЕЧНО МАЛОГО БЕСКОНЕЧНО ВЕЛИКА

Член-корреспондент РАН Ирина ИВШИНА,
заведующая лабораторией алканотрофных микроорганизмов
Института экологии и генетики микроорганизмов (ИЭГМ) УрО РАН,
профессор кафедры микробиологии и иммунологии
Пермского государственного национального
исследовательского университета

*Микробам — этим бесконечно малым
живым существам —
принадлежит бесконечно большая
роль в природе.
Луи Пастер*

**Изучение бактерий — древнейших форм земной жизни —
и вовлечение их в сферу активной деятельности человека немислимы
на основе лишь документальных описаний. Без сохранения изученных штаммов
систематика этих микроорганизмов была бы подобна попытке
составить атлас звездного неба по разбросанным наблюдениям мерцаний
отдельных далеких светил. Если же сравнить определитель бактерий
с картой малоизученного материка, в глубине которого
вместо ожидаемых скалистых гряд исследователь нередко обнаруживает
волны песчаных барханов, то коллекция живых культур — это освоенное побережье,
откуда начинаются путешествия в неизведанные пространства.
Об одной из таких коллекций и пойдет речь.**

ЛАБОРАТОРНЫЕ РЕЗЕРВАЦИИ

Сегодня происходит серьезный поворот в сознании общества, приходящего к пониманию своей критической зависимости от мира микробов в целом. Игнорирование их разнообразия ведет к нежелательным последствиям в медицине, охране окружающей среды, биотехнологии. Напротив, углубление таких

знаний способствует поиску оптимальных путей сохранения генофонда микробных генетических ресурсов планеты, открывает перспективы прогноза и управления экологической обстановкой, разработки и внедрения новейших технологий с использованием живых биологических систем. Не случайно исследование микроорганизмов, и прежде всего тех,



В лаборатории алканотрофных микроорганизмов.

что связаны с деятельностью человека, становится предметом широких международных инициатив.

Один из эффективных способов изучения и сохранения мельчайших организмов — поддержание их в лабораторных резервациях. И на фоне бурного развития мировой биоэкономики коллекционное дело во многих странах переживает ренессанс. Депозитариум приобретают все большую значимость, и даже наблюдается тенденция оценки их в денежных знаках.

В качестве примера приведем историю получения первой термостабильной ДНК-полимеразы (*Taq*-полимеразы) из экстремально термофильной бактерии *Thermus aquaticus*. Она обитает в горячих (с температурой выше 55°C) источниках Йеллоустонского национального парка США, знаменитого своими гейзерами, и впервые была выделена доктором Томасом Броком и его студентом Хадсоном Фризом.

Изолированный в чистую культуру и идентифицированный в 1969 г. бактериальный штамм первооткрыватели передали в американскую коллекцию. Биохимик Кэри Мюллис, сотрудник биотехнологической компании, купившей штамм за символическую цену — 35 дол., в 1993 г. получил Нобелевскую премию за то, что выделил из этого микроорганизма способный выдерживать высокие температуры фермент и раскрыл перспективы его использования. Разработанная им же технология полимеразной цепной реакции позволила выборочно копировать обширные участки ДНК, а это означало прорыв в молекулярной биологии, геномной инженерии и медицине. Права на технологию и патент на использование *Taq*-полимеразы уже за 300 млн дол. приобрела швейцарская корпорация «Ф. Хоффманн-ля Рош Лтд.». На использовании драгоценного фермента ею создано промышленное производство, приносящее миллиардные прибыли.

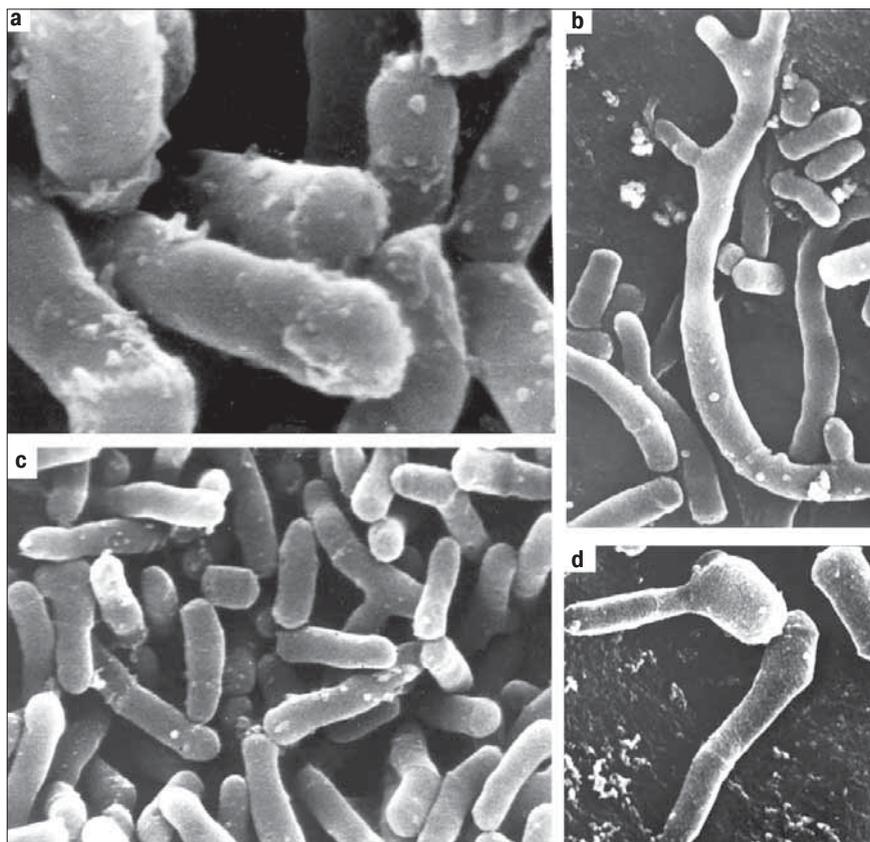
Надо отметить, еще в 1930-х годах подобный термофильный микроорганизм (представитель фотосинтезирующих бактерий) выделил в СССР микробиолог Борис Перфильев из горячего источника вблизи поселка Курортное на Керченском полуострове. Автор назвал его тиодендрон (*Thiodendron lateens*). К сожалению, культура не была сдана в коллекцию на хранение. И хотя в 1980-х годах предпринимались попытки выделить тиодендрон повторно, к тому времени место обитания термофила и биоценоз были непоправимо нарушены, а вместе с культурой были потеряны уникальные гены и ферменты.

Связь местообитания и микроорганизмов очевидна, и последние, прежде всего стенобионтные (локальные, существующие в узких экологических условиях) виды, нуждаются в охране, ибо с исчезновением их «мест проживания» они могут исчезнуть с лица Земли: в этом случае уникальные гены становятся недоступными для изучения.

Вот почему уже давно в научной гонке за конкурентными преимуществами для своих национальных экономик многие страны создают и пополняют коллекции микробных культур. В соответствии с концепцией, инициированной Организацией экономического сотрудничества и развития, догеномные коллекции реформируются в биологические ресурсные центры — современные хранилища и поставщики высококачественного биологического материала, ценных сведений о нем. Этот переход отражает эволюцию депозитариев микроорганизмов вслед за научно-техническим прогрессом и под давлением событий, происходящих в социально-экономической, правовой и политической сферах.

При этом предпочтение отдается формированию, укреплению и развитию специализированных коллекций, взаимодействующих по единым правилам и

Родококки, выращенные на мясепептонном агаре (b-d) и минеральной среде в присутствии пропана (a): a — $\times 44000$; b — $\times 8000$; c — $\times 10000$; d — $\times 12000$.



отвечающим потребностям пользователей. Специфика таких собраний в том, что они являются не только центрами хранения микробных культур, но и всеобъемлющей информации по их свойствам, перспективам использования, а в коллекциях широкого профиля это в принципе невозможно обеспечить. Крупномасштабное выявление и введение в культуру все новых групп микроорганизмов ведет к неимоверному разрастанию объемов фондов, что усложняет работу, а потому образование многопрофильных коллекций-гигантов во всем мире затормозилось, массовое же развитие получает сеть децентрализованных собраний микробных культур.

На настоящий момент во Всемирном центре данных о микроорганизмах (The World Data Centre for Microorganisms — WDCM, <http://wdcm.nig.ac.jp>) зарегистрировано 592 коллекции из 68 стран мира. Общий объем поддерживаемых культур — около 2 млн. Следует отметить, что свыше 50% этих депозитариев получают постоянную государственную поддержку. Во Всемирном справочнике коллекций культур (World Directory of Collections of Cultures of Microorganisms) Россия представлена 16 коллекциями (для сравнения: Франция — 35, Бразилия — 52, Шри-Ланка — 4). По этой статистике можно косвенно судить об уровне внимания к национальным генетическим ресурсам в той или иной стране, о степени ее готовности к решению проблем биоразнообразия и, в конечном итоге, биотехнологии.

Российские коллекции микроорганизмов функционируют в качестве структурных подразделений государственных учреждений, относящихся к различным ведомствам. Эти собрания можно подразделить на три категории. Первая — коллекции широкого профиля, где поддерживаются эталонные культуры известных видов микроорганизмов с целью систематики и разработки классификационных схем и методов их идентификации. Они же выполняют функции патентного депонирования и экспертных центров в области таксономии микроорганизмов. Вторая категория — специализированные (коллекции при учреждениях, академические), предназначенные для изучения и сохранения микроорганизмов конкретных таксономических групп, выделенных из природных экосистем и обладающих потенциально ценными свойствами. Третья — исследовательские (частные, чаще всего монографические), формируемые отдельными учеными для использования штаммов в узкоспециальных научно-поисковых проектах.

УРАЛЬСКОЕ СОБРАНИЕ АЛКАНОТРОФОВ

Один из специализированных узлов интенсивно развивающейся сети микробных депозитариев — действующая на Урале Региональная профилированная коллекция алканотрофных микроорганизмов* (официальный акроним коллекции ИЭГМ,

*Алканотрофы — микроорганизмы, образующие органическое вещество за счет углеводов (*прим. ред.*).



Колонии родококков на агаризованной минеральной среде в присутствии *n*-гексадекана в возрасте 6 сут.: х 30.



В этих пробирках — коллекционные образцы микроорганизмов.

www.iegm.ru/iegmcol). Она входит в состав лаборатории нашего Института. Основой же ее послужило авторское собрание углеводородокисляющих культур, начатое в 1975 г. в связи с попытками использования их в качестве биоиндикаторов нефтегазоносности и экологических загрязнений. Коллекция специализируется на поддержании актинобактерий, ведущих окисление природных и антропогенных углеводородов и таким образом участвующих в биогеохимических процессах биосферы, формировании безуглеродной атмосферы Земли.

При разработке концепции профиля нашего собрания учитывалось то, что Пермский край — один из перспективных нефтегазопромысловых районов Российской Федерации, а добыча природных углеводородов сопряжена с экологическими проблемами. И главная из них — нефтяные загрязнения: борьба с ними актуальна для всех территорий, где добывают «черное золото». Но и на Урале, и к востоку от него вплоть до тихоокеанского побережья аналоги подобные нашему депозитарию отсутствуют (правда, в Сибири действует коллекция светящихся бактерий Института биофизики СО РАН (Красноярск), а на Дальнем Востоке — морских микроорганизмов Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН (Владивосток).

В настоящее время объем собранного коллекционного генофонда составляют более 2 тыс. чистых, идентифицированных, детально охарактеризованных непатогенных штаммов, выделенных в результате многолетних экспедиций и полевых исследований из многих тысяч образцов почв, ризосферы, поверхностных и пластовых вод, снега, воздуха, керн, отобранных из контрастных эколого-географических регионов, в том числе Пермского Предуралья и Восточной Сибири, части Поволжья (Ульяновская область) и Красноярского края. Последнее особенно важно, ибо экологическое положение и источник выделения микробных культур определяют не только разнообразие их фенотипов, но и наличие таких форм изменчивости, которые могут указывать на

несхожесть в генотипах. На мой взгляд, ценность этого собрания в том, что многие виды бактерий представлены в нем не единичными (зачастую только типовыми) штаммами, а многочисленными природными изолятами из различных ареалов их обитания с охватом основных географических зон СНГ, что позволяет изучать экологическую пластичность бактериальных видов, целенаправленно проводить отбор активных биопродуцентов ценных веществ и биодеструкторов органических загрязнителей.

Среди имеющихся культур широко представлены экстремотолерантные (способные жить в экстремальных условиях) формы с высокой активностью оксигеназ*, перспективные для промышленной эксплуатации, штаммы-продуценты незаменимых аминокислот, витаминов, биосурфактантов**, а также штаммы-деструкторы экополлютантов (загрязнителей), в том числе сырой нефти и нефтепродуктов. Здесь следует пояснить, что в последние годы именно экстремотолерантные микроорганизмы приобретают все большую экологическую значимость и служат предметом интенсивного изучения, ибо лавинообразно увеличивается число местообитаний, в которых организмы находятся в экстремальных условиях.

НА ЧТО СПОСОБНЫ РОДОКОККИ?

Сердце коллекции алканотрофов — бактерии рода *Rhodococcus*, принадлежащие к актиномицетной линии эволюции прокариот, новому классу *Actinobacteria*. В ИЭГМ собран самый полный в стране и за рубежом фонд непатогенных штаммов родококков. Каждый из них детально изучен с привлечением современных методов. А ведь еще недавно они вызывали лишь умеренный интерес исследователей.

*Оксигеназы — ферменты, катализирующие активирование молекулярного кислорода и последующее включение одного или двух его атомов в молекулы различных субстратов (прим. ред.).

**Биосурфактанты — поверхностно-активные вещества биогенного происхождения, имеющие существенные преимущества перед применяемыми синтетическими детергентами и перспективные для очистки биотопов от углеводородных скоплений (прим. авт.).



**Очистка нефтезагрязненных почв с помощью биоремедиации.
Столь существенные их изменения зафиксированы с мая по август одного года.**

Казалось бы, медленный рост, сложности выделения и идентификации, отсутствие выраженных патогенных свойств не способствовали вовлечению этой группы микроорганизмов в круг объектов фундаментальных исследований. Однако по мере накопления данных становилось ясно: они обладают экстраординарным разнообразием свойств и функций, круг которых пока не очерчен даже примерно.

Обнаружение у родококков способности аккумулировать молекулярный азот в присутствии *n*-алканов дает основание предположить древнее происхождение азотфиксаторов, усваивающих углеводороды, и их полезную роль в поддержании азотного и углеродного баланса в природе. Кстати, «умением» утилизировать N_2 наделены далеко не все микроорганизмы.

Родококки — постоянные и доминирующие компоненты естественного биоценоза экстремальных местообитаний, в том числе биотопов районов нефтяных загрязнений и нефтепромыслов, биотопов с повышенным содержанием минеральных солей и пр. Особое место среди алканотрофных родококков занимают представители, биохимическая уникальность которых — способность ассимилировать, наряду с жидкими *n*-алканами, высшие газообразные гомологи метана (C_2 – C_4). Одно уже это свойство делает их наименее зависимыми от внешней среды и позволяет существовать в условиях, неблагоприятных для других микроорганизмов.

В современной биотехнологии родококки — одна из самых разрабатываемых бактериальных групп, у них широкие перспективы промышленного применения и потому в последние годы существенно возросло количество публикаций и патентов с их использованием. Но вместе с тем коллекционные фонды представителей данного таксона по всему миру весьма ограничены: Всероссийская коллекция микроорганизмов располагает 38 штаммами, японская — 92, Институт Пастера (Франция) — 66, национальная коллекция культур Великобритании — 88, немецкая коллекция микроорганизмов — 217, американская коллекция типовых культур — 77 штаммами родококков.

Комплексное исследование этой группы актинобактерий выявило высокую приспособляемость природных изолятов. В основе исключительной экологической и биологической их пластичности — комплекс приемов выживания в естественных биотопах, характеризующихся экстремальными внешними условиями. В их числе алкано- и олиготрофный образ жизни; диауксотрофия (возможность переходить с углеводородного субстрата на углеводный); способность к синтезу и аккумуляции эндогенных резервных веществ в качестве дополнительных энергетических источников, что обеспечивает преимущество в условиях лимитированного роста в неблагоприятных условиях, гарантирует высокую выживаемость при исчерпании ресурсов. А еще — способность расти при низких (4–10°C) температурах (родококки выделяются из образцов арктической, субарктической, таежно-лесной почв), в широком диапазоне активной кислотности (т.е. при pH 5–8) и др. Наконец, наличие сложного морфогенетического цикла развития; склонность к высокой клеточной дифференциации, адгезии и колонизации поверхностей, а также способность к агрегации, что позволяет популяции расти в условиях, при которых одиночные клетки не способны к размножению.

По нашим данным, родококки синтезируют в присутствии *n*-алканов внеклеточные аминокислоты, в том числе такие незаменимые* для человека, как аргинин, валин, лизин, гистидин и др. Важно отметить, что сверхсинтез аминокислот выше у тех представителей, которые культивируются в присутствии пропана. Коллекционные штаммы, способные к активному продуцированию аминокислот, могут быть востребованы в качестве исходного материала для селекции перспективных форм, синтезирующих преимущественно одну аминокислоту в количествах, достаточных для производства.

Далее. Реально применение коллекционных культур родококков при поисках залежей нефти и газа. Так, нами установлена приуроченность отдельных видов-

*Незаменимые аминокислоты не могут синтезироваться в организме и поступают только с пищей (прим. ред.).



доминантов пропан- и бутаноксиляющих актинобактерий (*R. rhodochorus* и *R. ruber*) к контуру нефтеносных структур. Подтверждена их информативность и разработан экспресс-метод обнаружения индикаторных видов родококков с использованием видоспецифических поликлональных иммунных сывороток.

Одно из биотехнологически ценных качеств родококков — способность синтезировать в присутствии жидких *n*-алканов сурфактанты, снижающие поверхностное и межфазное (до 26–28 и 2–5 мН/м соответственно) натяжение воды, обладающие высокой эмульгирующей и нефтеотмывающей активностью и проявляющих широкий спектр биологической активности, в частности, выраженное иммуномодулирующее и противовоспалительное действие. Продуцируемые родококками биосурфактанты используются при биоремедиации* нефтезагрязненных почв. На их основе разработана и запатентована экологически безопасная технология восстановления нефтезагрязненных почв и грунтов, адаптированная к применению в регионах умеренного и холодного климата и обеспечивающая в течение семи недель 90%-ную эффективность очистки почвы с изначально высоким уровнем загрязнения**.

*Биоремедиация — комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов — растений, грибов, насекомых, червей и других организмов (прим. ред.).

**За разработку и внедрение научно обоснованной системы оценки и реабилитации нарушенных и загрязненных природных территорий в условиях северных регионов нашей страны возглавляемый Ириной Ившиной авторский коллектив удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники за 2008 г. (прим. ред.).

Исследование дыхательной активности углеводородсодержащих микроорганизмов.

Нами получены новые сведения, касающиеся способности коллекционных культур родококков к активной аккумуляции цезия в присутствии *n*-алканов. Имеющиеся опытные данные и отобранные штаммы можно использовать при разработке биотехнологического способа очистки промышленных вод, загрязненных радионуклидами и нефтепродуктами.

Подчеркнем, практическое использование алканотрофных родококков в различных областях биотехнологии требует надежных методов сохранения жизнеспособности и первоначальных свойств данных культур. Поэтому для каждой конкретной таксономической группы микроорганизмов необходим индивидуальный подбор методов хранения. И важно то, что в ИЭГМ разработаны оптимальные режимы криоконсервации бактериальных культур. Прогнозируемая длительность их жизнеспособности определяется в границах от 20 до 40 лет.

Следует отметить, что для дифференциации столь сложной в таксономическом отношении группы актинобактерий у специалистов нет единого «золотого» стандарта. А идентификация их по схемам современных определителей, включающих огромное количество признаков, технически крайне сложна. Вот почему нами предложена оптимизированная схема видовой дифференциации, основанная на использовании ограниченного числа признаков. Сегодня она успешно применяется в крупномасштабных таксономических исследованиях бактериальных культур.

НЕ ТОЛЬКО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

Наш депозитарий микроорганизмов ведет и прикладные работы с использованием коллекционного генофонда алканотрофов. В частности, уже предложены носители иммобилизованных клеток углеводородоксиляющих бактерий, биопрепарат нового состава и формы, пригодный для очистки нефтезагрязненных грунтов в регионах с экстремальными климатическими условиями и др.

Реализация имеющегося биотехнологического потенциала требует кооперативного взаимодействия специалистов разного профиля. На базе коллекции ИЭГМ проводятся совместные исследования с Институтом технической химии Пермского научного центра УрО РАН — по проблемам биотрансформации природных органических соединений; Научным центром порошкового материаловедения Пермского национального исследовательского политехнического университета — по биокоррекции фазового состава разрабатываемых высокопористых полифазных керамических материалов с целью улучшения их эксплуатационных характеристик; Напиер университетом (Эдинбург, Великобритания) — по синтезу биосурфактантов; филиалом «ПермНИПИнефть» ООО «Лукойл-инжиниринг», Исследовательским центром оценки загрязненных земель Эдинбургского университета, Шотландской сетью технологий окру-

Бактериальные культуры подвергаются криоконсервации, а их долгосрочное хранение осуществляется в низкотемпературной камере при -85°C .

жающей среды (Университет Стратклайда, Глазго, Великобритания) — по биоремедиации нефтезагрязненных почв и грунтов.

По своей концепции коллекция — не только научно-исследовательский, но и своего рода научно-образовательный центр. На ее базе выполняют научные работы учащиеся городского биологического лицея, которые, как правило, поступают на биологический факультет Пермского государственного национального исследовательского университета, а наиболее одаренные из них, пройдя позднее аспирантуру в ИЭГМ УрО РАН, защищают диссертации.

Все биоресурсы депозитария открыты для пользователей. Он входит в мировой фонд микробных коллекций, является членом Всемирной федерации коллекций культур и аналогичной европейской организации, располагает компьютерной базой данных. Информация о поддерживаемых штаммах представлена в систематически издаваемых каталогах. Возможности нашего собрания активно востребуются в рамках региональных, федеральных и международных программ, в том числе в проекте 7-й Европейской рамочной программы, выполняемой совместно с коллегами из Бельгии, Италии, Швейцарии. Среди наших пользователей коллективы отечественных и зарубежных вузов и исследовательских учреждений, специалисты в области микробиологии, биотехнологии, экологии и медицины, инженерно-технические работники промышленных предприятий. На базе коллекции ИЭГМ работают краткосрочные обучающие курсы по выделению, культивированию и идентификации алканотрофных микроорганизмов.

Позиции, занимаемые нашим научным коллективом, могли бы быть еще выше, если бы в России действовали конкурсы на получение источников финансирования сугубо коллекционной работы. Увы, ее важная роль в развитии биотехнологий пока недооценена, ибо, как следует из недавнего проведенного анализа состояния коллекций микроорганизмов в РФ, из-за отсутствия адекватной государственной поддержки отдельные собрания находятся на грани прекращения своей деятельности или уже необратимо утрачены. Россия — единственная страна в мире, имеющая с 1995 г. отрицательную динамику единиц хранения микробиологических ресурсов. На наш взгляд, для преодоления критического этапа необходимо формирование широкой сети микробиологических ресурсных центров с приданием им статуса национальных с целевым долгосрочным финансированием. Помимо национальных центров, организованных на базе общепризнанных Всероссийской коллекции микроорганизмов и Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов, целесообразно формировать специализированные национальные центры по территориальному признаку, например Дальневосточный — морских микроорга-



низмов, Сибирский — светящихся бактерий, Уральский — микробных генетических ресурсов и др.

Для обеспечения эффективной работы, длительной и стабильной безопасности существования коллекций нового поколения потребуется система их объективной идентификации и оценок, в том числе степени полезности специализированной деятельности для научного сообщества и сообщества пользователей с последующим определением перечня коллекций национального значения, формирование официального координирующего органа, осуществляющего надзор над коллекциями и принятие Закона о микробных генетических ресурсах. Наконец, необходимы законодательные акты, регулирующие и защищающие тех, кто создает коллекционные ценности и сохраняет их. Формирование национального коллекционного фонда микробиологических ресурсов для биотехнологии потребует совершенствования нормотворческой базы в таких разделах, как доступ к микробным генетическим ресурсам, защита прав интеллектуальной собственности и справедливое распределение прибылей от использования ресурсов в ходе биотехнологических разработок, успех которых зависит от правильного выбора того или иного микроорганизма.

В заключение отметим: надежду на подъем коллекционного дела в России вселяет не только накопленный и сохранившийся потенциал в институтах биологического профиля РАН, возрождающаяся сильная научно-исследовательская база в университетах, но недавно состоявшееся долгожданное утверждение государственной координационной программы развития биотехнологии на период до 2020 г. — «БИО-2020».

Иллюстрации предоставлены автором

«ПАРК ЮРСКОГО ПЕРИОДА» В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Кандидат биологических наук Владимир АЛИФАНОВ,
Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН (Москва),
доктор геолого-минералогических наук Софья СИНИЦА,
Институт природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН (Чита)

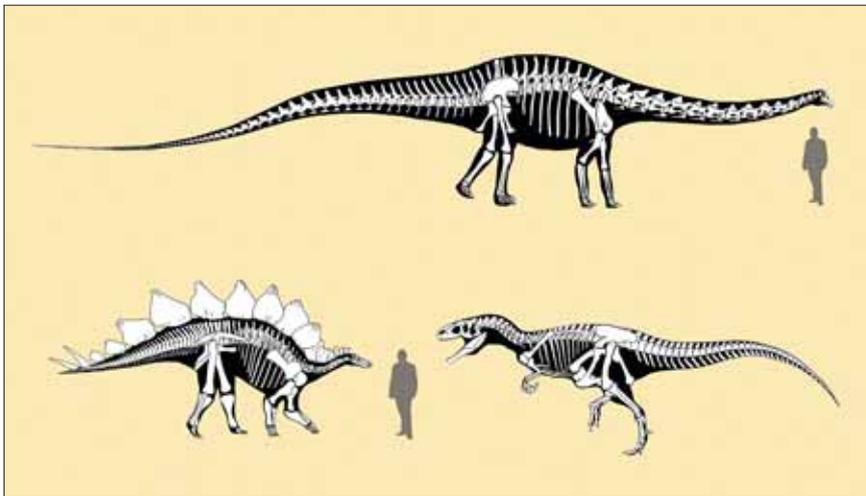
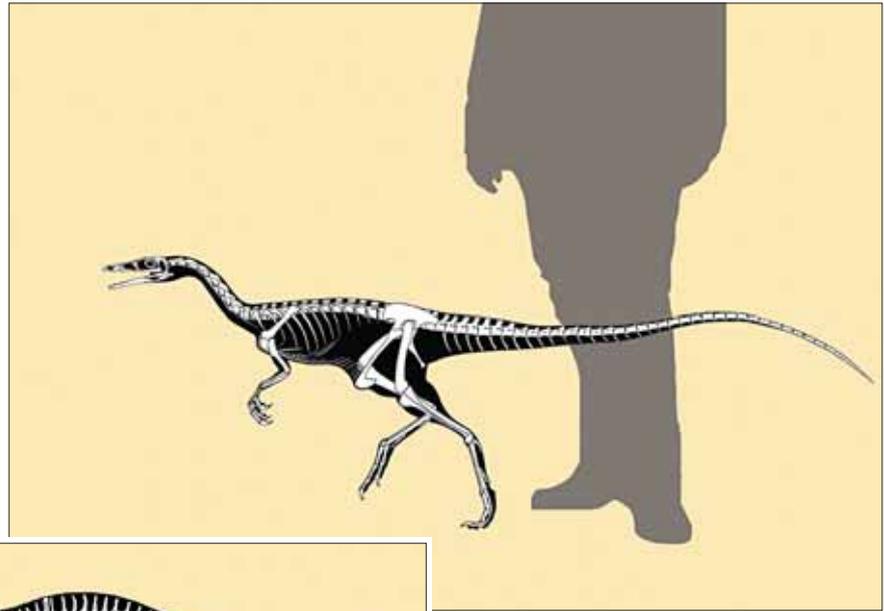
У специалистов и любителей палеонтологии не раз возникало недоумение по поводу редкости местонахождений динозавров на огромной территории России, особенно заметной в сравнении с такими странами-соседями, как Монголия и Китай. Действительно, к северу от пояса палеонтологически богатых азиатских пустынь частота ископаемых находок, собранных в естественных выходах коренных пород, падает, но растет число находок, сопряженных с хозяйственной деятельностью: строительством дорог, шахтными и карьерными выработками. Причина такой «странности» во многом связана с труднодоступностью и задернованностью многих потенциальных местонахождений. Об успехах изучения остатков динозавров из Московской, Кемеровской, Амурской и других областей и регионов нашей страны в средствах массовой информации рассказывалось не раз. Теперь речь пойдет о находках из обнаруженного недавно в Забайкалье местонахождения.

Начнем издалека. В 1993 г. произошло заметное для культурной жизни планеты последней декады XX столетия событие: в прокат поступил американский блокбастер «Парк юрского периода» режиссера Стивена Спилберга. Картина с триумфом обошла экраны кинотеатров мира во многом благодаря реалистичному по тем временам показу вымерших ящеров — динозавров. Интересно, что боль-

шинство ископаемых киногероев не имеют отношения к юрскому периоду*, поскольку жили позднее. Однако эта неточность научно-фантастического произведения не помешала ему сыграть почти историче-

*Юрский период — один из трех периодов мезозойской эры. Он продолжался в интервале времени от 200 до 145,5 млн лет, следовал за триасовым периодом (251–200 млн лет) и предшествовал меловому (145,5–65,5 млн лет) периоду (прим. авт.).

Реконструкция компсогната (*Compsognathus*), первого известного науке позднюрского динозавра. Его научное описание появилось в 1861 г., а сам ящер жил на территории Европы около 150 млн лет назад.



Наиболее известные динозавры из поздней юры Северной Америки: диплодок, отличающийся длинной шеей и хвостом, стегозавр, обладатель костных спинных пластин, и двуногий теропод — аллозавр.

скую роль, связанную с пробуждением широкого общественного интереса к динозаврам и превращением их в элемент современной массовой культуры. Новыми «приметами времени» стали сувениры, детские игрушки, книго- и кинопродукция с изображениями мезозойских ящеров.

Но даже на таком фоне сенсацией прозвучала новость об открытии в нижнемеловых отложениях формации Исянь на северо-востоке Китая (провинция Ляонин) необычных находок динозавров. Их поразительная особенность состоит в уникальном для столь древних и крупных животных сочетании остатков скелета и покровов. Благодаря этому у представителей их разных групп удалось установить наличие оперения. Отныне проблема ближайших родственников птиц, прежде весьма дискуссионная, существенно конкретизировалась.

Еще раньше немало удивительного принесли поиски позвоночных в пустыне Гоби. Значительную часть их местонахождений, в том числе и динозавровых, нанесли на карту участники легендарной Палеонтологической экспедиции АН СССР, работавшей

на территории Монголии в конце 1940-х годов под руководством известного ученого и писателя профессора Ивана Ефремова. Сейчас Гоби — территория непрекращающихся поисков международных групп «охотников» за ископаемыми, сообщения о деятельности которых время от времени будоражат ученых и околонаучный мир.

Но есть и такое, чем не могут похвастать ни Монголия, ни Китай, ни другие динамично развивающиеся с точки зрения палеонтологии страны. Речь идет о находках динозавров позднюрского возраста. При этом обычно вспоминают Германию, где в начале второй половины XIX в. был обнаружен компсогнат (*Compsognathus*), долгое время считавшийся самым миниатюрным среди своих значительно более рослых сородичей. Широко известны раскопки в начале XX столетия на территории Танзании, приведшие к открытию брахиозавра Бранка (*Brachiosaurus brancai*), способного, как допускают некоторые реконструкции, поднимать голову на невероятную высоту — 12 м. В интервале между двумя этими событиями из ряда местонахождений в США удалось извлечь остатки



Картина чешского художника З. Буриана (1941 г.) иллюстрирует предположение о том, что самые крупные позднеюрские динозавры — брахиозавры (*Brachiosaurus*) обитали у берегов водоемов, заходя в поисках пищи на большую глубину. В настоящее время считается, что все завроподы, в том числе и брахиозавр, питались наземной растительностью.

таких позднеюрских «знаменитостей», как диплодок (*Diplodocus*), стегозавр (*Stegosaurus*) и аллозавр (*Allosaurus*). Перечисление других форм вряд ли превысит 25–30 названий, что немного меньше разнообразия динозавров того же возраста, выявленных за пределами Северной Америки.

В списке позднеюрских динозавров нет форм из России, хотя их остатки обнаружены в Подмосковье, Южной и Восточной Сибири. Материалы из этих удаленных друг от друга регионов обычно представлены отдельными зубами или фрагментами костей, которые определяются с трудом. Кроме этого, возраст вмещающих ископаемые остатки пород соответствует средней юре, а также границам средней и поздней юры или поздней юры и раннего мела. Таким образом, на огромном пространстве северной части Азии еще недавно не было ни одного местонахождения, которое соответствовало бы по времени формирования его геологических пород интервалу в 160–145 млн лет, т.е. заключительному отрезку юрского периода. На этом фоне открытие остатков позднеюрских динозавров в России представляет собой примечательное событие,

еще более значимое в свете дефицита подобных данных в мире и в Азии особенно.

Новое местонахождение расположено в центре Забайкальского края на юго-восточном склоне безлюдной пади Кулинда. Здесь еще в советское время геологи проложили разведывательные каналы для подробного исследования вулканогенно-осадочных пород так называемой укурейской свиты, выходы которой широко представлены на региональной геологической карте. Прошло много лет, но следы былых полевых изысканий не исчезли. Более того, старые каналы оказались предпочтительнее для палеонтологических поисков, чем выветрелые и задернованные естественные обнажения.

Попутный осмотр отвалов канав в Кулинде летом 2010 г. выявил продуктивность у двух расположенных рядом выработок. В них органические остатки приурочены к слоям тонкозернистой породы. Растения представлены отпечатками слоевищ печеночных мхов, стеблей хвощей, листьев и семян голосеменных. Среди беспозвоночных животных есть редкие находки щитней, жаброногих ракообразных и насе-



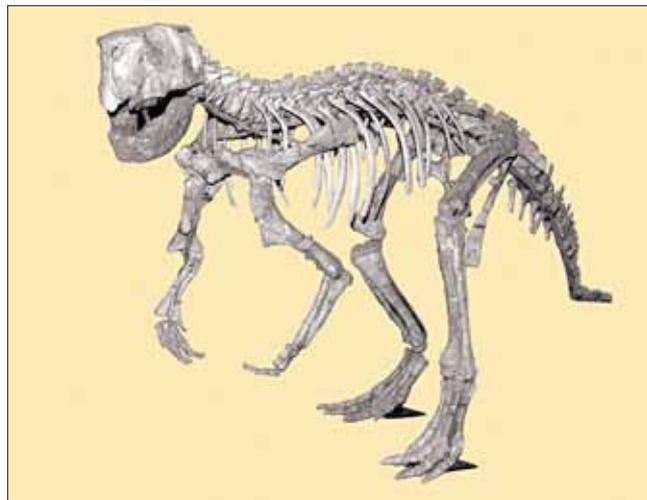
Местонахождения позднеюрских динозавров на карте мира. Их число по сравнению с меловыми невелико. Кулинда — новая и самая северная для Азии точка.



Живописная падь Кулинда коротким сибирским летом. Здесь на поверхность выходят мощные толщи укрейской свиты, в тонких слоях которой заключены остатки динозавров, живших примерно 150 млн лет назад.



Ради одного значимого образца приходится многими часами перебирать пустую породу. Однако внешне монотонная работа полна научных сюрпризов.



Скелет ящера-попуга (Psittacosaurus mongoliensis) в Палеонтологическом музее им. Ю.А. Орлова в Москве. Впервые динозавры этой группы были обнаружены в раннемеловых отложениях Монголии еще в 1922 г. Сейчас они известны из целого ряда стран, в том числе и России. Считается, что пситтакозавры принадлежат к архаичной ветви группы рогатых динозавров (Ceratopsia).

Следы деятельности илоедов. В некоторых местах такие камни с цветными разводами густо усеивают поверхность склонов Кулинды.

комых. Часто встречаются не сами древние организмы, а следы их жизнедеятельности; в числе такого рода ископаемых в Кулинде обычны домики ручейников и ходы илоедов. Трудно было представить, что среди текущего набора находок на одной из плиток окажется оттиск костей передней конечности миниатюрного динозавра.

В конце сентября того же года из Читы в Кулинду выехал небольшой отряд для обстоятельного осмотра выходов костеносной породы. К сожалению, над местонахождением навис снежный циклон, который сократил время сборов до двух дней. Но и этого оказалось достаточно для составления небольшой коллекции образцов. Теперь в кабинетной тиши предстояло понять, кому принадлежали ископаемые остатки.

Самый общий взгляд на коллекцию находок позвоночных из Кулинды показал, что ее большая часть принадлежит остаткам динозавров очень небольшого размера. Кости на многих образцах представлены лишь отпечатками на породе. Еще одна деталь: все элементы скелета, как правило, изолированы друг от друга. Только в редких случаях на образцах можно обнаружить две или три кости рядом. К сожалению, в сборах нет или почти нет черепных остатков, по которым легче всего идентифицировать находки, но и без этого отдельные материалы недвусмысленно указывают на их принадлеж-

ность к звероногим (тероподам) и птицетазовым (орнитисхиям) динозаврам*.

Находки позволяют сделать и другие заключения. Например, о том, что в них преобладают остатки птицетазовых динозавров. Некоторые кости выглядят как у ящеров-попугаев, или пситтакозавров, небольших двуногих динозавров, широко распространенных в течение раннего мела на территории Азии. Вместе с тем в коллекции есть образцы, не позволяющие сказать, что орнитисхия принадлежат именно пситтакозаврам. Да и возраст — поздняя юра — для последних не совсем подходящий, поскольку известно, что расцвет ящеров-попугаев пришелся на вторую половину раннего мела.

Интересно, что обсуждение проблемы датирования «динозавроносных» пород началось задолго до открытия в них самих мезозойских ящеров. В геологической литературе время накопления отложений укурейской свиты принято считать позднеюрским. Однако попытки подтвердить этот вывод с помощью специальных подходов дали иные результаты. К примеру, палинологический анализ, подразумевающий детальное изуче-

*Звероногие (*Theropoda*) и птицетазовые динозавры (*Ornithischia*) — крупные систематические группы (подотряды, отряды) динозавров. Тероподы передвигались на двух ногах, большинство — хищники; орнитисхия считаются растительноядными, многие из них передвигались на четырех ногах (*прим. ред.*).

Фрагмент скелета птицеподобного динозавра из Кулинды. Образец включает подвздошную (справа внизу), бедренную (слева сверху) и большую берцовую (в средней и верхней части образца) кости. Скорее всего, они принадлежат одной особи размером с компсогнату или небольшого пситтакозавра.



Отпечатки на породе образований, иногда похожих на надкрылья жуков, оказались элементами чешуйчатого покрова динозавров. Длина отдельных чешуек — чуть более 10 мм.

ние и сопоставление извлеченных из породы спор и пыльцы ископаемых растений с такими же материалами из других районов, где возраст вмещающих пород не вызывает сомнений, указывает на границу средней и поздней юры. Вместе с тем исследование вулканитов из отложений свиты с помощью калий-аргонового метода* допускает довольно широкий интервал времени их образования — от 169 до 144 млн лет. Иначе говоря, он, кроме поздней юры, захватывает вторую половину средней юры и даже самое начало раннего мела. На этом фоне особое значение приобретают данные по ископаемым насекомым.

Забайкалье давно попало в сферу интересов палеонтологов, не раз публиковавших результаты изучения находок из этого района, в том числе в специальной монографии, увидевшей свет почти четверть века назад. Тогда специалисты склонялись к раннемеловому возрасту укурейской свиты. Сейчас можно говорить о том, что по составу комплекс насекомых из последней свиты аналогичен комплексу насекомых из другой распространенной в Забайкалье свиты — глушковской, которая существенно богаче ископаемыми остатками. Среди глушковских жуков, стрекоз, веснянок, клопов, ручейников удастся определить их формы и группы, характерные для поздней юры, или, если точнее, для ее второй половины.

Желание до конца понять специфику и значение нового местонахождения динозавров настраивало на

обстоятельные полевые работы, которые состоялись в начале лета 2011 г. На этот раз усилия в совместной экспедиции объединили полевые отряды из Палеонтологического института РАН (Москва) и Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (Чита).

Поставленная задача была выполнена вместе с существенным пополнением коллекционных материалов. Удалось также найти ключ к пониманию некоторых странных, но явно имеющих органическое происхождение структур на поверхности нескольких плиток из сборов 2010 г. Теперь выяснено, что они представляют собой элементы покровов динозавров. Объяснение пришло вместе с серией образцов, на которых остатки костей ассоциированы с кожными образованиями.

Все материалы подобного рода представляют исключительную научную ценность. До них наиболее известной находкой позднеюрского динозавра с отпечатками покровов считался недавно открытый в Германии родственник компсогнаты юравенатор (*Juravenator*). На поверхности породы, в которую заключены его костные остатки, сохранился небольшой по площади отпечаток кожного покрова в виде мелких бугорков. Интересно, что у более поздних теропод, судя по обнаруженным в Ляонине, кожные придатки имели вид нитевидных структур или не отличались от известных у птиц пуховидных, контурных и даже маховых перьев.

Уникальные случаи сохранения структур кожного покрова у динозавров вообще и Кулинды в частности

*Калий-аргоновый метод применяется в изотопной геохронологии; основан на определении количества радиогенного накопления аргона в калиевых минералах (прим. ред.).



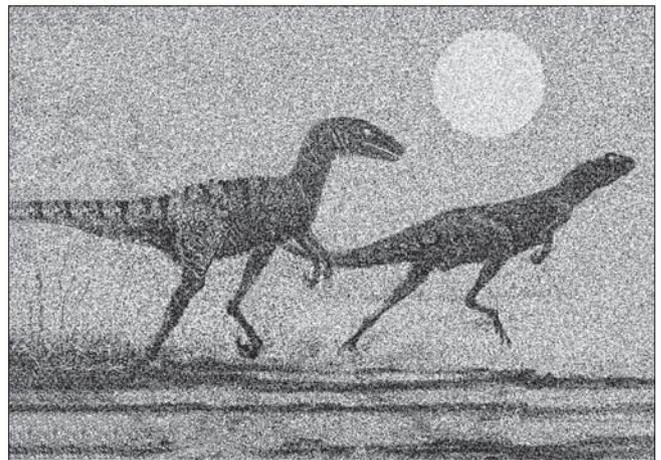
Динозавры на берегу кулиндийского озера.
Сюжет и техника передачи изображения позволяют обойтись без четких деталей их внешнего вида. Последние проявятся по мере изучения ископаемых находок.

тесно связаны с условиями формирования местонахождения. Главные особенности этого процесса понятны уже сейчас. Породы накапливались на дне древнего озера, существовавшего в вулканической зоне. Его берега местами зарастали хвощами, а кое-где крупнотравными деревьями. Растительность давала динозаврам убежище и пищу. Кормом служили плоды и семена, а также беспозвоночные животные, особенно насекомые и их личинки. Конечно, окружающая озеро обстановка постоянно менялась. Еще чаще менялся уровень поверхности водоема, иногда существенно. В захоронение попадали погибшие вблизи берега динозавры, причем только после быстрого погребения их остатков в толще донного осадка.

Высокая скорость захоронения — неременное условие сохранения следов кожного покрова. Существенное значение имеет тонкозернистость осадка, не разрушающая при его уплотнении наиболее прочные органические структуры, к которым можно причислить кости и твердые производные кожи. Важна также химически восстановительная среда, способная противодействовать процессу разложения мягких тканей. Впрочем, установить все причины уникального природного явления по горячим следам затруднительно, поскольку изучение сборов из Кулинды лишь разворачивается.

Впереди также систематизация находок, их определение и описание. Пристальное внимание придется уделить изучению покровных остатков. Однако до

О разнообразии жизни азиатских озер поздней юры свидетельствуют находки из местонахождения Аулие (Каратау) в Южном Казахстане. Здесь обнаружены остатки богатой прибрежной растительности, многочисленных насекомых, а также позвоночных. Среди последних нет динозавров, но есть рыбы, черепахи, ящерицы, крокодилы и даже летающие ящеры — птерозавры.



этого важно доказательно разобраться в определении того, какие виды покровов и каким группам динозавров принадлежали: эта задача не так проста, учитывая разрозненность всех находок. Следует также попытаться найти дополнительные аргументы, подтверждающие возраст укурейской свиты, а также ее аналогии, например, в Китае, где существуют местонахождения с единичными и фрагментарными находками, представления о возрасте которых подвержены частым ревизиям. Последнее, возможно, позволит подойти к решению фундаментальной проблемы, заключенной в вопросе: можно ли открытия в Кулинде связать с новой страницей динозавровой летописи?

И последнее. События, связанные с палеонтологическими находками в Кулинде, почти сразу заинтересовали центральные и местные масс-медиа. В будничной ленте новостей такая информация выглядит экзотично. Можно понять тех, кто для усиления поразительного воображения эффекта что-то добавил от себя и вольно или невольно сделал шаг в направлении к ожидаемому, но в сторону от действительного. Вернуть ситуацию в объективное русло можно одним способом — с помощью установления соответствия знаний реальным фактам, т.е. с помощью истины. Пока она выглядит не точнее, чем было изложено выше.

Иллюстрации предоставлены В. Алифановым

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ САМОЙ ПЛОДОРОДНОЙ ПОЧВЫ

Доктор биологических наук Андрей СМАГИН,
профессор факультета почвоведения
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,
заведующий лабораторией управления круговоротом вещества
и потоками энергии в педосфере
Института экологического почвоведения МГУ

**В степях и лесостепях Евразии, в прериях Северной Америки
и некоторых других регионах мира распространены уникальные почвы,
обладающие сверхмощными гумусовыми горизонтами.
Это – черноземы, общепризнанный эталон плодородия.
Сегодня они составляют более 15% обрабатываемых человеком земель,
хотя утратили почти треть своего органического вещества
по сравнению с уровнем XIX в. В чем причины такой деградации
и можно ли переломить опасную тенденцию?**

Черноземы занимают площадь $2,3 \cdot 10^6$ км², что составляет около 2,5% биологически продуктивных земель земного шара. Их масштабное освоение под производство зерновых культур как на Евразийском, так и на Североамериканском континентах началось, по-видимому, в конце XVIII — начале XIX в. в связи с развитием крепостного помещичьего землевладения в Российской империи и невольничьего плантаторства (фермерства) в США. В настоящее время эти территории распаханы или

заняты пастбищами, лишь в заповедниках сохранились небольшие участки первозданной дикой степи (прерии).

Черноземы не случайно признаны вершиной бонитировочной шкалы качества почв: их гумусово-аккумулятивные горизонты, мощностью более 1 м, обладают стабильной зернистой структурой и при этом нейтральной или слабощелочной реакцией среды (рН), емкостью поглощения до 35–55 моль/кг, содержанием гумуса свыше 8–10% — свойствами, обеспе-



**Участок целинной
разнотравно-злаковой
Стрелецкой степи.
Центрально-Черноземный
государственный природный
биосферный заповедник
им. В.В. Алехина
(Курская область).
Фото Всероссийского
научно-исследовательского
института земледелия
и защиты почв от эрозии**

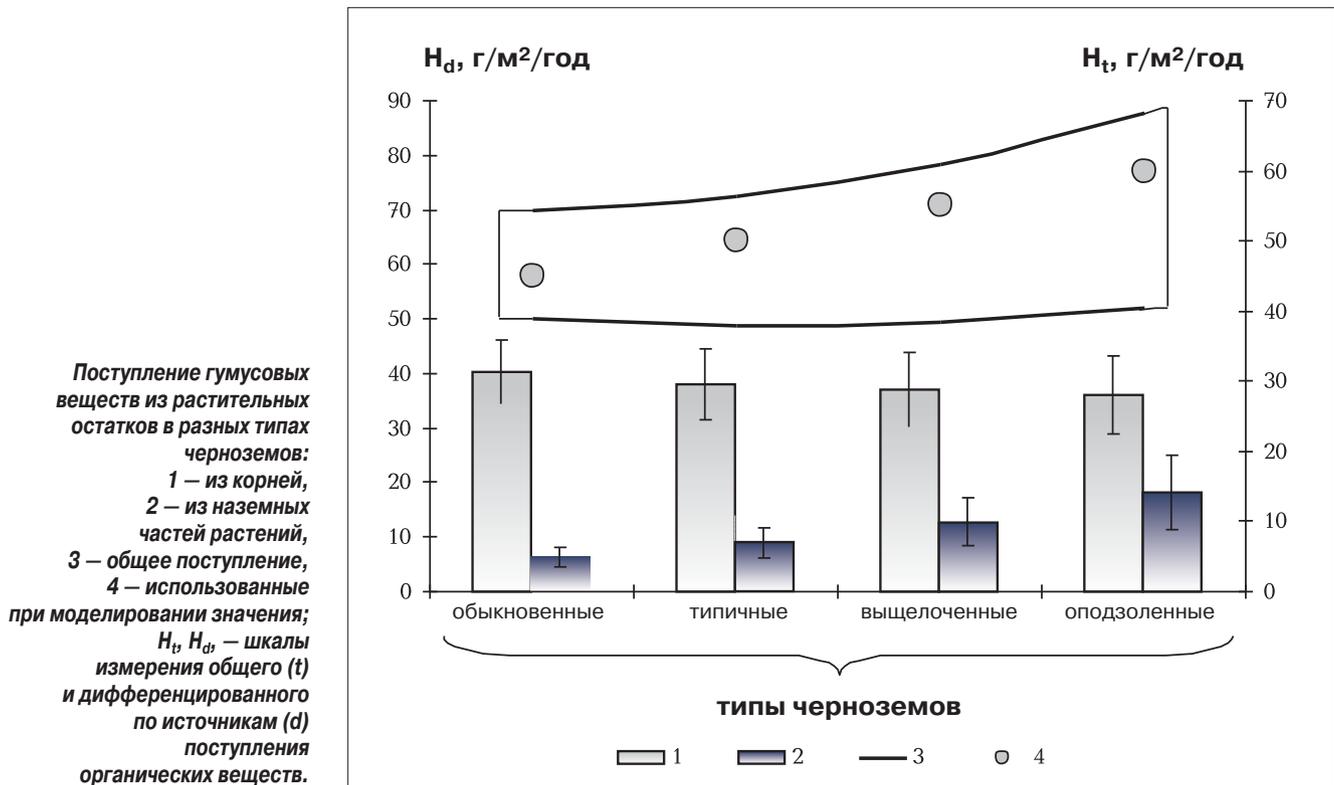
чивающими беспрецедентно высокое плодородие. К сожалению, сегодня мы наблюдаем их повсеместную деградацию: уровень содержания органического вещества, зафиксированный в конце XIX в. великим русским ученым, основателем генетического почвоведения Василием Докучаевым, проведенным фундаментальные исследования и обобщившим полученные результаты в книге «Русский чернозем» (1883), ныне снизился более чем на 30%. Разумеется, эта утрата не прошла бесследно.

ОТ ЦЕЛИНЫ — К АГРАРНЫМ ЭКОСИСТЕМАМ

В начале 1990-х годов доктора сельскохозяйственных наук Наталья Сорокина и Борис Когут из Почвенного института им. В.В. Докучаева провели детальный мониторинг динамики гумусного состояния черноземов с учетом пространственного варьирования и выявили: за 20 лет содержание в них органического углерода статистически достоверно уменьшилось на 0,3–0,6%. Это в целом соответствовало сведениям о суммарных потерях этими почвами гумуса в 1–3% за предшествующие 70–100 лет, опубликованным в 1996 г. докторами Майком Бриджесом из Международного центра информации о почвах (Нидерланды) и Нильсом Батжесом из Университета Вагенинген (Нидерланды). Сегодня метод математического моделирования позволяет уточнить скорость обнаруженного коллегами негативного процесса.

Мы воспользовались оригинальной моделью динамики гумусового профиля черноземов, учитывающей процессы поступления органического вещества из наземных и корневых остатков растений, особенности его «транспортировки» и разрушения (биодеструкции), и проанализировали динамику этих почв на примере наиболее распространенных на территории бывшего СССР и разносторонне изученных зональных подтипов. А именно: черноземов оподзоленных, выщелоченных, типичных (они приурочены к северной, центральной и южной лесостепи) и обыкновенных (распространены в северной части степной зоны).

Итак, обратимся к закономерностям углеродного бюджета интересующих нас почв и в первую очередь оценим размеры поступления в них гумифицированного углерода (С) из растительности. Мы воспользовались результатами стационарных исследований круговорота этого элемента в обыкновенных черноземах заповедной степи, разнотравно-типчакового пастбища и агроценоза озимой пшеницы. Что же оказалось? Доля новообразованных гумусовых веществ под естественными травянистыми сообществами не превышает 4,3–4,9% от поступивших за год растительных остатков. Близкий результат — 0,6–4,7% — получили в опыте 1998 г. доктор биологических наук Дмитрий Орлов и Ольга Бирюкова с факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Используя верхнюю границу данного диапазона (4,7%) в качестве характерной величины, мы провели расчеты и установили: в



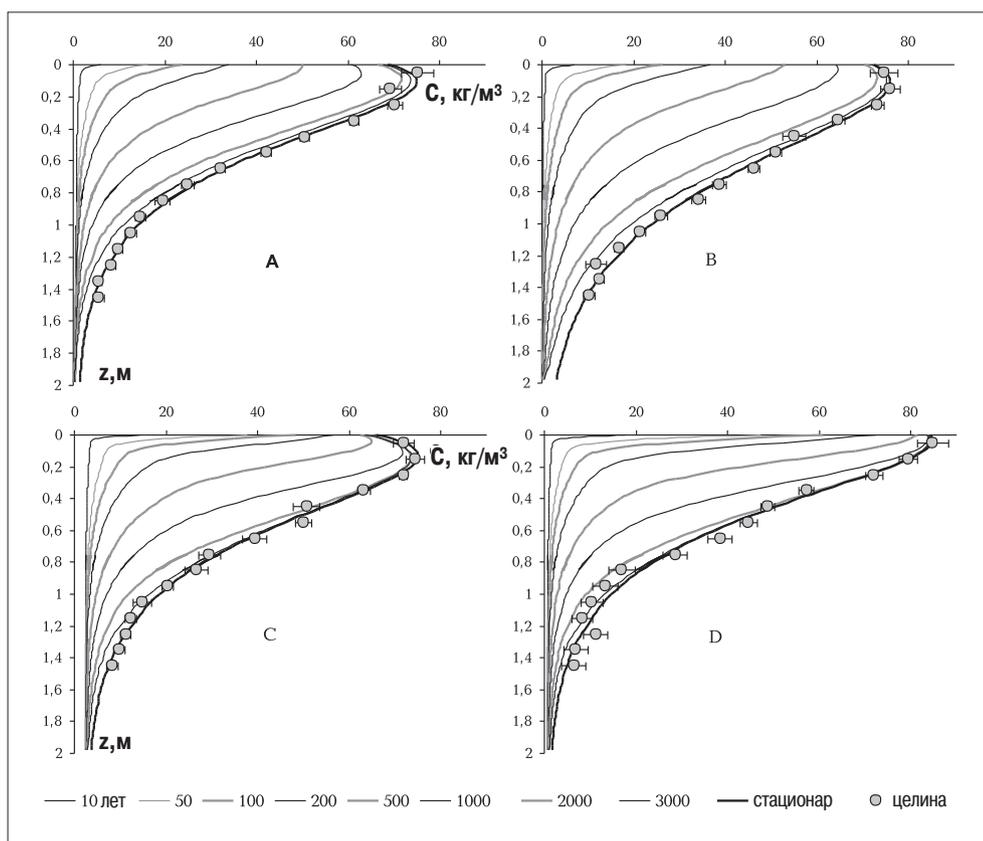
направлении с юга на север (т.е. от обыкновенных к оподзоленным черноземам) значительно увеличивается поступление гумуса из наземного опада и несколько снижается мощность «корневого источника».

Далее мы предложили модель формирования черноземов, имитирующую аккумуляцию и распределение гумуса при развитии почвы из материнской породы до современного целинного ее варианта на заповедных степных и лесостепных участках. Разумеется, эти построения справедливы только для классической, естественно-наземной концепции происхождения «царя почв»*, впервые сформулированной в 1763 г. великим русским естествоиспытателем Михаилом Ломоносовым, а позже поддержанной ботаником, академиком Петербургской АН с 1853 г. Францом Рупрехтом (1866) и доработанной Василием Докучаевым. Наше исследование показало: на формирование чернозема, сопровождающееся проникновением органического вещества до глубины 1,5 м и ниже, требуется не менее 2–3 тыс. лет! И лишь тогда его профиль приходит в равновесное (стационарное) состояние, т.е. процессы поступления, перераспределения и деструкции органики сбалансированы. Причем половина накопленного гумуса образуется за период порядка 500–1000 лет, что соответствует данным радиоуглеродной датировки.

*Василий Докучаев назвал черноземы «царем почв» и обосновал естественно-наземную гипотезу их происхождения. Согласно ей, черноземы сформировались в результате тесного взаимодействия травянистой растительности, климата, рельефа местности, материнской породы и других факторов почвообразования (прим. ред.).

Итак, лучшие почвы мира формировались в течение нескольких тысячелетий, уступая по темпам аккумуляции и запасам органического углерода только болотным экосистемам. Быстрее всего развивается гумусовый профиль у выщелоченных и оподзоленных черноземов, распространенных в лесостепи, где очень высока биопродуктивность, а значит ежегодно в поверхностный слой поступает много растительных остатков — концентрация гумуса за период около 100 лет достигает здесь 40–60 кг/м³. У обыкновенных и типичных подтипов показатель скромнее — около 20 кг/м³. По этим цифрам можно судить об эффективности использования травопольных севооборотов или выведения земель из сельскохозяйственного оборота (залежь) для восстановления истощенного «царя почв».

Получив расчетные данные для естественных экосистем, мы моделировали деградацию исследуемых почв при вовлечении их в сельскохозяйственное производство. И пришли к заключению: на обыкновенных черноземах общая биопродуктивность агроценоза озимой пшеницы более чем в 6 раз ниже по сравнению с растительностью заповедной степи и втрое меньше, чем у разнотравно-типчакового пастбища. Соответственно, при распашке целины и выращивании пшеницы количество ежегодно образующегося гумуса уменьшается примерно втрое, а мощность «корневого источника» — в 3,7 раз. Аналогичные результаты в ходе многочисленных натуральных экспериментов получил доктор биологических наук Валерий Кирюшин из Российского государственного аграрного университета им. К.А. Тимирязева — по его



Моделирование формирования черноземных почв в естественных условиях степи и лесостепи.
Подтипы черноземов:
A — обыкновенные,
B — типичные,
C — выщелоченные,
D — оподзоленные.

данным, при возделывании зерновых культур поступление растительных остатков в почву снижается в 3–6 раз по сравнению с целинным вариантом. Анализ имеющихся материалов и соответствующие расчеты позволяют сделать вывод: после освоения черноземов (независимо от подтипа) темпы поступления гумусовых веществ в их профиль снижаются в среднем в 4 раза.

БЫСТРОЕ ОБНИЩАНИЕ «ЦАРЯ ПОЧВ»

Далее мы рассчитали динамику гумусовых профилей черноземов, вовлеченных в сельскохозяйственное производство до момента их равновесного (или стационарного) состояния, соответствующего четырехкратному уменьшению притока органического вещества, и получили прогноз их антропогенной деградации. Согласно ему, существенное снижение концентрации органического углерода в верхних горизонтах почвы (от 17–30 кгС/м³ в обыкновенных и типичных и до 40–50 кгС/м³ в оподзоленных и выщелоченных подтипах) наблюдается уже через 100–200 лет после начала ее эксплуатации. Если же представить означенные потери в относительных единицах, то картина такова: в обыкновенных и типичных черноземах содержание гумуса падает на 20–30% от исходного уровня, в оподзоленных и выщелоченных — на 40–60% и более.

Приведенные расчетные оценки близки к экспериментальным данным многих исследователей: в Курской области черноземы типичные за 60 лет их использования под пашню потеряли 20–30% гумуса, южные и обыкновенные черноземы Зауралья, Сибири и Казахстана за несколько десятков лет утратили 10–20%, а оподзоленные и выщелоченные — 30–40% органического вещества. Та же ситуация наблюдается и у лугово-черноземных почв Северной Дакоты — 20–40% потерь за 40–70 лет, и у черноземных и каштановых почв канадских прерий, вовлеченных в сельское хозяйство с зернопаровыми севооборотами, — 50–60% гумуса утрачено за 60–70 лет.

Получается, что реальный уровень деградации иногда даже превышает наши расчетные величины; это, вероятнее всего, объясняется действием эрозии, а также периодическим использованием чистых паров, когда поступление растительных остатков в почву фактически прекращается. Приведем еще данные. Григорий Буяновский с коллегами (Миссурийский университет, Колумбия) установили, что пахотные почвы под пшеницей на участке Санборн Филд* (Средний Запад, США) утратили 50–60% гумуса за период с 1888 по 1986 г. В упомянутом выше обзоре Бриджеса и Баджеса говорится о снижении этого показателя в черноземовидных пахотных почвах

*Sanborn Field — длительный полевой опыт, начатый в 1888 г. (прим. авт.).



**Чернозем типичный мощный
тяжелосуглинистый
на лёссовидном суглинке.**

Фото Всероссийского
научно-исследовательского
института земледелия
и защиты почв от эрозии

Австралии на 40–50%. Причем зарубежные авторы, анализируя многолетние тренды динамики органического вещества в пахотном слое вовлеченных в сельскохозяйственный оборот целинных почв, подобно нам приходят к выводу о достижении ими за 50–70 лет нового равновесного состояния.

Согласно результатам моделирования, «царь почв» беднеет на 30–85 т/га органического вещества за 100–200 лет эксплуатации, причем темпы деградации со временем снижаются. То же наблюдают ученые в ходе многолетних экспериментов: по данным Кирюшина, чернозем южный утрачивает в первое десятилетие около 100 г/м² гумуса в год, во второе — 50 г/м²/год, в третье — 40 г/м²/год, а в последующие 30 лет скорость его «обнищания» постоянна и равна 30 г/м²/год. В итоге многие исследователи приходят к выводу о формировании нового устойчивого состояния этих почв, соответствующего менее интенсивному поступлению органических веществ. Однако это широко распространенное сегодня суждение неверно и вот почему.

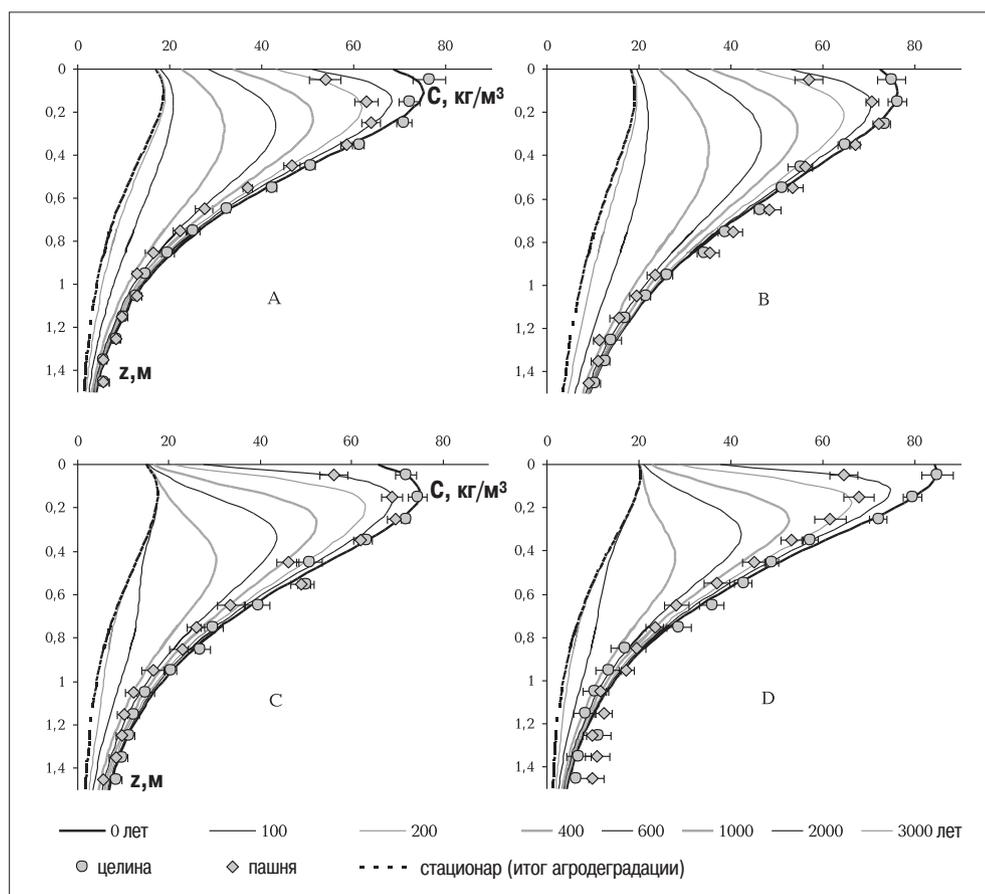
Как показывают численные эксперименты, со временем деградация затрагивает все более глубокие слои чернозема: максимальное содержание органического вещества в его профиле смещается с отметок 5–10 на 40 см. Причем после 100–200 лет эксплуатации стабилизация потерь гумуса, на которую рассчитывают многие современные агрономы, не наступает. Ведь для этого должен сложиться новый баланс интенсивности поступления, деструкции и перемещения

(транслокации) органических веществ. Четырехкратное снижение их притока, характерное для агроценозов, приведет к формированию нового стационарного гумусового профиля лишь через 3000 лет. Однако этот вариант вряд ли можно будет классифицировать как чернозем.

Концентрация органического вещества в корнеобитаемой толще такого трансформированного чернозема уменьшится с 70–80 кг/м³ до 15–20 кг/м³. Общие запасы органики снизятся в 3,7–4,3 раза и не превысят 13–18 кг/м², тогда как «царь почв» располагает 50–64 кг/м². Окончательные потери гумуса при переходе к его новому стационарному состоянию достигнут 70–78% от исходных «целинных» запасов. Что это означает? У нас на глазах постепенно, но неуклонно исчезает одно из главных богатств планеты, обеспечивающее продовольственную безопасность, здоровье и благосостояние населения. Остановить опасный процесс можно только при переходе на альтернативные системы земледелия, предусматривающие наряду с получением высоких урожаев технологии восстановления почвы, воспроизводства этого ценного ресурса.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕРНОЗЕМА

Почему же столь опасно истощение запасов гумуса? Дело в том, что структура — поглотительная и водоудерживающая способность почв — чрезвычайно важна для их плодородия, напрямую связана с органическим веществом. Потери его ведут к сниже-



Моделирование агродеградации черноземных почв при их вовлечении в сельскохозяйственный оборот.

Подтипы черноземов:
A — обыкновенные,
B — типичные,
C — выщелоченные,
D — оподзоленные.

нию емкости катионного обмена, а вместе с ней — фонда биофильных элементов, формирующих урожай. Еще опаснее для почв степной зоны снижение их водоудерживающей способности, которая тоже на 50–80% формируется за счет органических компонентов твердой фазы. При интенсивном использовании природный чернозем вместе с гумусом теряет до 150–200 мм влаги, продуктивной для растений. А для ее компенсации нужны поливы, что, в свою очередь, ведет к дополнительным затратам.

Если не поддерживать углеродный бюджет* черноземов, то они образуют территорию рискованного земледелия и тогда внесение минеральных удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и другие интенсивные технологии повышения урожайности будут неэффективны.

Перечислим основополагающие принципы организации природных экосистем: баланс продуктивности и устойчивости, автономность, высокое биоразнообразие, гарантирующее функциональную взаимозаменяемость отдельных компонентов. В отличие от промышленности агропроизводство, основанное на естественных процессах синтеза органической массы, может приблизиться к схеме полного круговорота веществ и утилизации отходов. Но погоня за

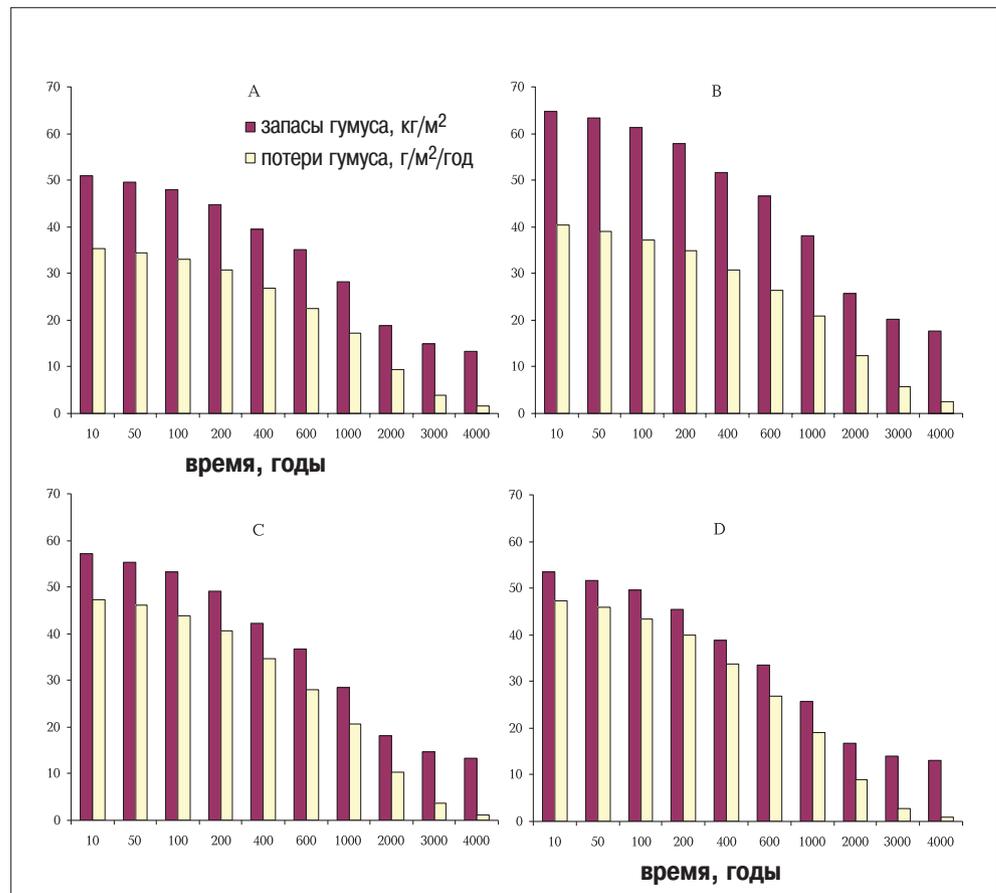
урожайностью с помощью высоких доз химикатов и тому подобных средств чаще всего ведет к потере устойчивости сложных нелинейных систем, каковыми являются почвы и биогеоценозы, к их функционированию в колебательных, хаотических режимах с чередой то высоких, то низких показателей продуктивности.

В доиндустриальную эпоху, когда фактически отсутствовали химические минеральные удобрения и средства механизированной обработки почв, в любом хозяйстве производство зерна сочеталось с содержанием лошадей, тяглового, крупного рогатого и мелкого скота, птицы и др. В результате часть черноземных земель постоянно (естественные степи, луга), долгосрочно (залежь) или кратковременно (поздний пар, толока) отводили под кормовую базу для животных. Это обеспечивало частичное восстановление углеродного бюджета после изъятия товарной продукции полеводства. К тому же преобладающим, если не единственным средством восстановления плодородия тогда было удобрение в виде навоза. Этот отход животноводства в сочетании с залежью и перелогом обеспечивал близкий к бездефицитному бюджет углерода и стабильность гумусового состояния черноземов.

Отказ от «малоэффективной» органической системы земледелия, резкое сокращение поголовья лошадей, тяглового скота в связи с переходом на механи-

*См.: И. Курганова, В. Кудеяров. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода. — Наука в России, 2012, № 5 (прим. ред.).

Моделирование динамики запасов гумуса и темпов его разложения при агродеградации черноземных почв. Подтипы черноземов: А — обыкновенные, В — типичные, С — выщелоченные, D — оподзоленные.



ческую обработку почвы, замена навоза химикатами в XX в. собственно и привели к катастрофически быстрому падению содержания гумуса в черноземах. И наши расчеты показывают, что это лишь начало тотальной агродеградации.

Теперь поговорим о одном режиме современных черноземов. О кардинальных его изменениях в результате распашки степей писал еще Докучаев, обосновывая в фундаментальных трудах «Русский чернозем», «Наши степи прежде и теперь» комплексную систему устойчивого земледелия этих территорий. Фактически она была реализована в СССР в трудные с экономической точки зрения послевоенные годы. Мощным средством регуляции водного режима, снегозадержания и защиты полей от эрозии тогда служили лесополосы разных порядков и набора наиболее устойчивых древесно-кустарниковых культур. Срок жизни древостоя в условиях периодического дефицита влаги редко превышает 60–70 лет, поэтому большинство лесополос послевоенной посадки к настоящему времени находится в плачевном состоянии и их восстановление — одна из насущных задач для агрохозяйств черноземной зоны. Для данной цели могут быть посажены и плодовые деревья, что принесет дополнительную пользу хозяйству. Понижения, ложбины стока, берега малых рек — все эти критические позиции агроландшафта должны быть облесены в обязатель-

ном порядке, что позволит сохранить степные реки от заиления и загрязнения, а прилегающие к ним участки от эрозии. С этой точкой зрения согласны многие специалисты — например, доктор биологических наук Иван Белюченко из Кубанского государственного аграрного университета.

Мы полагаем также, что наряду с восстановлением защитных лесополос целесообразно ряд земель отвести под естественную степную растительность с ее уникальным биоразнообразием. Причем подобные участки в идеале должны образовывать длинные степные коридоры, связывающие разные хозяйства. В них будут обитать представители естественной флоры и фауны, но не в заповедном режиме, а на фоне умеренно-эксплуатируемых пастбищ. Границы таких резерватов можно время от времени сдвигать в связи с периодической распашкой части восстановившихся земель и введением под залежь адекватных соседних площадей, но сохраняя непрерывность коридора. Тогда по прошествии рядового севооборота (например, раз в 6–7 лет) поле следует изымать под залежь для поддержания плодородия и биоразнообразия, вытеснения сорной растительности, ликвидации почвоутомления в течение адекватного срока естественной сукцессии.

Возможно, подобный подход решит и давний спор специалистов о формах обработки почв. Так, мелкая

распашка подходит для полей, относительно чистых от сорняков и вредителей растений, с потенциально высоким плодородием, включая хорошую (зернистую) почвенную структуру и водоудерживающую способность. Применима эта технология и в фумигантном (гербицидном, пестицидном) земледелии. При подъеме же целины, залежи, борьбе с сорняками, восстановлении рыхлого сложения и влагоемкости корнеобитаемой толщи требуется глубокая обработка (до 20–25 см) с заделкой дернины (травяного пласта) и удобрений. Значит, при предложенной выше ротации земель с формированием экологических коридоров, а также на разных стадиях севооборота следует сочетать глубокую обработку с мелкой. Последняя, естественно, выгодна и эффективна для почв с восстановленным и углеродным бюджетом и структурой, находящихся под зерновыми культурами.

Концепция устойчивости экосистем входит в известное противоречие с агропроизводственными требованиями выращивания монокультурной растительности. Следовательно, для современного земледелия необходим расширенный севооборот с чередованием различных видов, а также улучшающих почву восстановительных посевов (клиньев) в виде многолетних трав, клевера, эспарцета, сидеральных паров. Наряду с залежами, лесополосами, степными коридорами эти меры будут поддерживать высокое биоразнообразие агроландшафтов, а также обеспечивать кормовую базу для животноводства.

КАК ВОСПОЛНИТЬ ПОТЕРИ ГУМУСА?

Утилизация отходов животноводства может происходить двумя основными способами. Во-первых, непосредственное внесение навоза вместе с пожнивными остатками в почву. Правда, возникают проблемы, связанные с организационными затратами, транспортными и топливными расходами при вывозе на поля больших рабочих доз (от 50 т/га) этого традиционного органического удобрения. Помимо того значительная часть содержащихся в нем полезных веществ, и в первую очередь азот, при его разложении теряются безвозвратно. Более технологичным, на наш взгляд, является предварительное компостирование навоза с обогащающими минеральными добавками как обычным способом (бурты, компостные ямы), так и в специальных ферментационно-компостных агрегатах с механическим перемешиванием, увлажнением и вентиляцией. Перспективна акселерация компостирования с использованием специальных форм микроорганизмов «компостных дрожжей» и вермикюльтуры.

Согласно нашим расчетам по приведенной выше модели, для восстановления ежегодных гумусовых потерь в черноземах вполне достаточно всего 20–30 г С/м² или около 40–60 г перегноя (компоста). Эта цифра эквивалентна 0,4–0,6 т/га и на два порядка ниже, чем соответствующая норма навоза (50 т/га), из которого в свежегумусовые вещества перейдет не более 3–5% органического углерода. И по прошествии 2–3 лет в почве останется не более 10% этого отхода животноводства.

Создание органоминеральных компостов на основе навоза может иметь еще одну важную для региона цель — утилизацию отходов химического производства. Удачным примером подобной технологии является предложенный коллективом кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета под руководством Белюченко и внедренный в передовом хозяйстве ООО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края способ производства таких удобрений на основе фосфогипса. Кислая реакция последнего, наличие в его составе ценных биофильных элементов, ряд физико-химических характеристик, асептические и иные свойства обуславливают высокую ценность этой минеральной добавки для компостирования. Частичное подкисление черноземных почв ведет к мобилизации питательных веществ, улучшению структурного состояния, повышению биологической активности, а в итоге — росту общей урожайности и качества растительной продукции.

Вместе с тем существует ряд задач, требующих детальной научной проработки. В первую очередь, это точное дозирование фосфогипса с учетом содержания в нем неизбежных вредных примесей — мышьяка, стронция, цинка и иных тяжелых металлов, являющихся микроэлементами в малых концентрациях, но опасными загрязнителями почв при избытке. То же можно сказать и об удобрениях, содержащих указанные компоненты.

Оценивать качество применяемых удобрений и дозировать их нужно с учетом фонового содержания загрязнителей, способности почвы препятствовать изменению реакции среды (буферности) и процессов ее естественного самоочищения. Заметим, черноземы обладают двумя естественными системами защиты от попадающих в них ионов тяжелых металлов: верхним, гумусовым барьером и нижним, карбонатным «экраном». Эффективность последнего может снизиться в связи с подкислением почвы при внесении фосфогипса и органоминеральных компостов на его основе.

Словом, использование упомянутых удобрений, как и любое воздействие на почву, должно быть строго регламентировано на научной основе в виде прогнозных моделей поведения вносимых веществ, эффектов от их воздействия, а также современной системы нормативов качества почв, их экологического состояния.

ОТКРЫТИЯ НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ

Доктор физико-математических наук Лидия СМИРНОВА,
профессор физического факультета
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,
ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского
института им. Д.В. Скобельцына МГУ

**Заканчивается первый цикл работы ускорителя
Большой адронный коллайдер (LHC). Более двадцати лет шла подготовка
проекта, разрабатывались и создавались уникальные по своим характеристикам
установки для детектирования частиц. Позади драматичный период
запуска коллайдера, первые результаты измерений.
Более трех лет работал LHC и детекторы ATLAS, CMS, ALICE, LHCb*
на пересечениях пучков ускоренных частиц,
экспериментаторы собирали информацию о том, что происходит
при самых больших энергиях взаимодействий частиц, созданных учеными.
Открытия не заставили себя ждать.
Обнаружены новые частицы и физические явления.
Получены подтверждения предсказаний Стандартной модели,
объединяющей совокупность современных представлений
об элементарных частицах и их взаимодействиях.**

Коткрытию Международной конференции по физике высоких энергий в июле 2012 г. в г. Мельбурне (Австралия) было приковано небывалое внимание всех мировых информационных агентств. Основной новостью на форуме стало заявление Европейской лаборатории элементарных

частиц (ЦЕРН, Женева, Швейцария), где работает LHC, об обнаружении новой частицы — бозона Хиггса, на поиск которого он был нацелен. Два крупнейших эксперимента ATLAS и CMS одновременно объявили о наблюдении сигнала этой частицы. Ее масса 126 ГэВ и она наблюдается в нескольких типах распада. Наибольший сигнал зарегистрирован в тех случаях, когда частица распадается на два фотона. Сигнал присутствует и в случаях ее распада на четыре

*См.: Л. Смирнова. Мегапроект XXI века. — Наука в России, 2009, № 5; Л. Смирнова. Старт Большого адронного коллайдера. — Наука в России, 2010, № 5 (прим. ред.).



Национальные флаги стран-участниц ЦЕРН перед фасадом здания ЦЕРНа.

легких лептона. Это могут быть четыре электрона, четыре мюона или две разные пары: одна из электронов, другая из мюонов, а также пары лептонов с участием нейтрино.

ОБ ОТКРЫТИИ БОЗОНА ХИГГСА

В XX в. физикам удалось глубоко проникнуть в природу материи. Сначала в космических лучах, потом на ускорителях элементарных частиц наблюдали большое количество частиц, выяснили законы их образования и распада. Все наблюдаемые процессы в настоящее время описываются с помощью Стандартной модели, основанной на квантовой теории поля. Элементарными частицами в модели являются кварки и лептоны, из которых построен материальный мир. Взаимодействуют они между собой путем обмена глюонами, векторными бозонами. Массы всех этих частиц очень сильно различаются. Однако Стандартная модель не может объяснить, как возникают массы элементарных частиц и почему они так различаются.

В 1964 г. английский физик-теоретик Питер Хиггс опубликовал работу, в которой предложил простейший механизм для формирования масс частиц. Именно он предположил существование нового квантового поля, которому должна соответствовать частица с нулевым электрическим зарядом и спином. Эту гипотетическую частицу назвали бозоном* Хиггса. О ее массе ничего не было известно. Начиная с 1970-х годов учеными были открыты три тяжелых кварка** (с, b и t), векторные бозоны со спином, рав-

ным единице, и с электрическими зарядами, равными +1 и -1 (W^+ , W^-) и нулевым зарядом (Z^0). Однако частицу, которую можно было бы отождествить с бозоном Хиггса, найти не удавалось. Физики предложили другие модели для объяснения масс частиц, но ответ о справедливости той или иной модели мог дать только эксперимент. Обнаружить бозон Хиггса или установить его отсутствие стало основной задачей Большого адронного коллайдера.

Более двадцати лет ученые-физики 40 стран мира, в том числе российские, создавали ускоритель и детекторы, регистрирующие столкновения протонов и ядер. К их числу принадлежит и автор статьи, много лет возглавляющий группу Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ в эксперименте ATLAS. Трудно передать волнение и радость момента, когда коллайдер начал ускорять частицы и были получены первые данные. Огромное количество новых измерений, выполненных к настоящему времени в экспериментах ATLAS, CMS, ALICE и LHCb, уже вывели физику элементарных частиц на новый уровень. Открытие частицы, соответствующей бозону Хиггса Стандартной модели, является триумфом в познании физической реальности мира.

Два крупнейших эксперимента ATLAS и CMS одновременно заявили об открытии новой частицы. Разные по своей конфигурации детекторные установки, использующие различные методики наблюдения, разные коллективы физиков, анализирующих полученную информацию, привели к согласному результату. Для этого пришлось объединить все данные, полученные экспериментами в 2011 г. и вплоть до июня 2012 г. Открытие состоялось! Для ученых очень важно, что экспериментально закрыта возможность существования в Стандартной модели бозона Хиггса с другой массой в очень широком диапазоне значений — вплоть до 600 ГэВ.

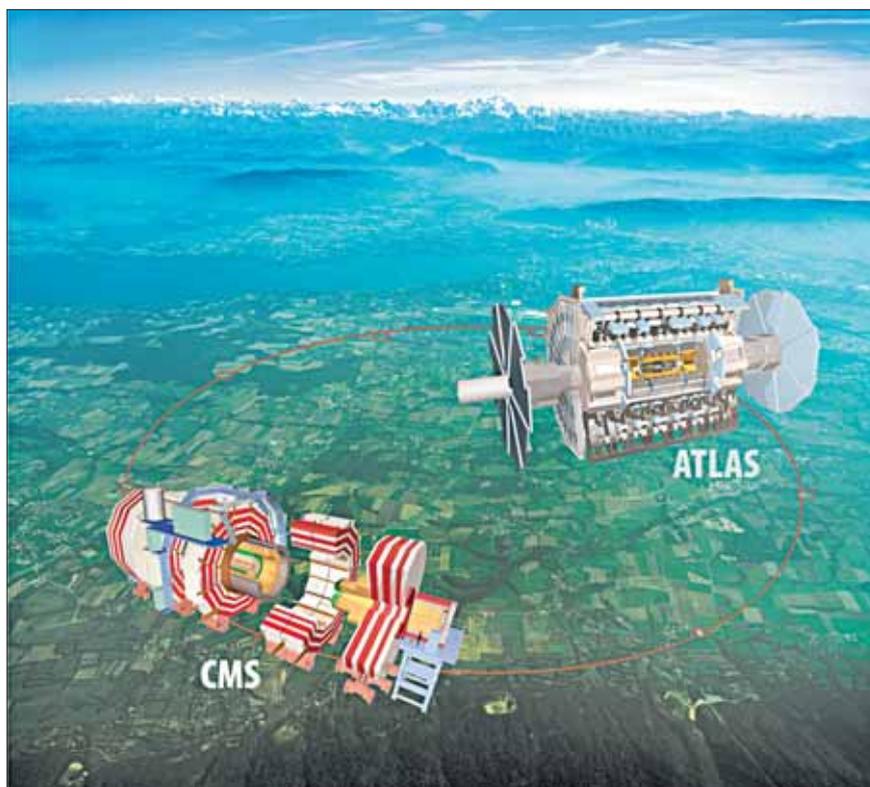
Однако на вопросы, которые еще предстоит выяснить о природе и свойствах новой частицы, вряд ли удастся ответить сразу. Необходимо определить все возможные типы ее распада, проверить согласованность теоретических предсказаний с учетом свойств найденной частицы. Предстоит собрать значительно большее количество новой информации. Таким образом, впереди долгий путь поиска истины, но состоявшееся открытие придает силы и уверенность в правильности выбранного пути исследования.

ДРУГИЕ НОВЫЕ ЧАСТИЦЫ И РЕДКИЕ РАСПАДЫ

Наблюдение предполагаемого бозона Хиггса в экспериментах LHC не было первым открытием частицы на коллайдере. Впервые новую частицу экспериментаторы наблюдали на установке ATLAS в декабре 2011 г. Конечно, это событие не сопоставимо с открытием бозона Хиггса и не так взволновало

*Бозон — частица с целым спином; спин — собственный момент количества движения частицы (прим. авт.).

**См.: П. Ермолов, Е. Шабалина. Тяжелые кварки: поиск продолжается. — Наука в России, 2001, № 3 (прим. ред.).



**Детекторы CMS и ATLAS
и схема их расположения на кольце
Большого адронного коллайдера.**

физиков, потому что ее удалось отнести к уже известному семейству мезонов. Новый мезон состоит из b -кварка и b -антикварка (обозначается как $\chi_b(3P)$), его масса 10,53 ТэВ и он обладает высоким орбитальным моментом.

В эксперименте CMS удалось наблюдать новую частицу, отнесенную к возбужденному состоянию тяжелого бариона Ξ_b^{*0} , в состав которого входит b -кварк. Масса наблюдаемого бариона 5,9 ТэВ, а точность измерений — всего доли процента ($\sim 0,2\%$).

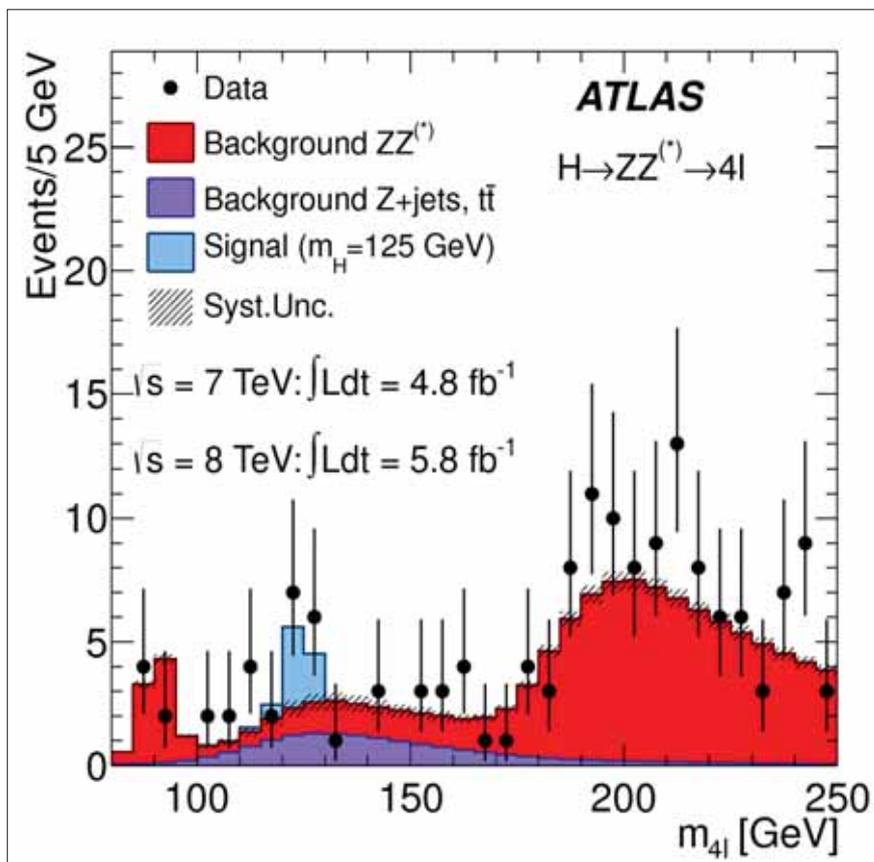
Предельные точности измерений демонстрируют поиски редких распадов B -мезонов. В их составе присутствует и b -кварк. Вероятность распада B -мезона на два мюона, предсказываемая Стандартной моделью, составляет $3,2 \cdot 10^{-9}$ и 10^{-10} в зависимости от природы (типа) парного к b -кварку антикварка. Так что подтвердить или опровергнуть справедливость этих предсказаний — одна из важных задач ЛHC. Впечатляющим результатом экспериментов является быстрый выход на уровень предсказаний Стандартной модели. Ведущим в этом анализе является эксперимент LHCb, направленный на прецизионные измерения B -адронов. За ним близко следуют результаты CMS, затем ATLAS. Уже с уверенностью можно сказать, что нет значительных превышений вероятностей распада. При объединении результатов экспериментов LHCb, CMS и ATLAS достичь уровня теоретических предсказаний удастся, используя данные, полученные в 2012 г. Это закроет значительную часть вариантов минимального расширения Стандартной модели.

НОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ИЗВЕСТНЫХ ЧАСТИЦ

Уникальные свойства экспериментов на ЛHC — необыкновенно быстрое получение искоемых результатов. Уже в 2011г. появилось множество научных публикаций по данным, полученным на детекторах ATLAS и CMS. Мощная компьютерная система ЛHC и хорошо разработанные методы анализа позволили быстро их обработать, несмотря на многокомпонентную структуру детекторов и большие потоки информации. Так что можно уверенно утверждать, что с данными ЛHC физика частиц вышла на совершенно новый уровень.

Отличительной чертой проведенных экспериментов является высокая энергия взаимодействий протонов. Это важно, несмотря на то, что коллайдер еще не достиг проектной энергии соударений протонных пучков в 14 ТэВ. Другой особенностью является высокая светимость (частота) соударений. Уже в мае 2011 г. ЛHC стал мировым лидером светимости, превысив достижение на ускорителе Теватрон в Фермиевской лаборатории (США). А в 2012 г. основные данные получены при светимости $6 \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Впереди выход на проектное значение $10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ и выше. Это означает, что информация поступает специалистам с небывалыми доселе скоростью и объемом.

Подчеркнем: главным итогом экспериментов на ЛHC является подтверждение предсказаний Стандартной модели для широкого ряда процессов. Так, при энергии взаимодействия протонов 7 ТэВ измере-



Спектр эффективных масс четырех лептонов (мюонов и электронов), в котором наблюдается сигнал бозона Хиггса, полученный в эксперименте ATLAS. Сигнал отмечен голубым цветом.

ны сечения рождения тяжелых кварков c , b , t и векторных бозонов W и Z . Они хорошо согласуются с расчетами по теории возмущений квантовой хромодинамики, их точность значительно выше, чем проведенных ранее. Например, расхождение эксперимента и теории для вероятности рождения b -кварков было обнаружено на Теватроне и долгое время оставалось актуальной проблемой для анализа. А разработка новых методов расчета следующих за лидирующим порядком и создание их компьютерных алгоритмов для моделирования на ЛHC обеспечили согласие новых измерений и теоретических расчетов.

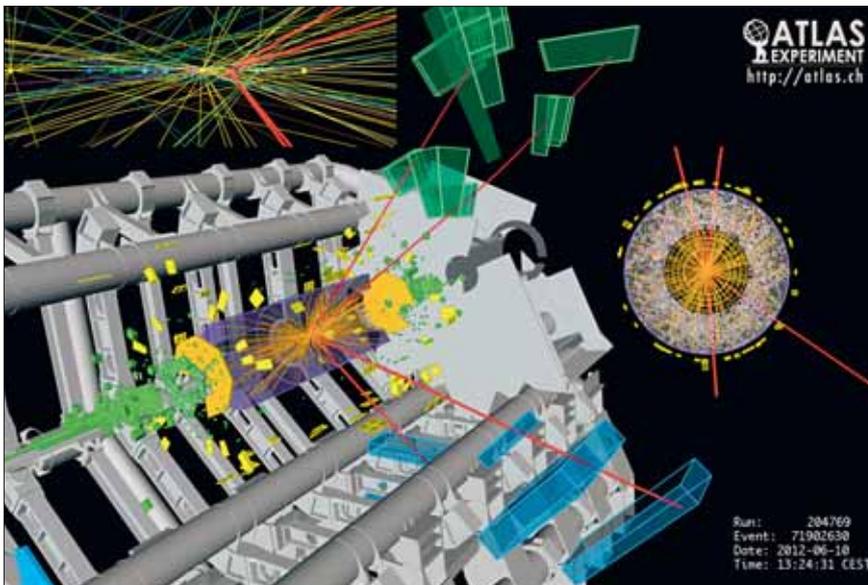
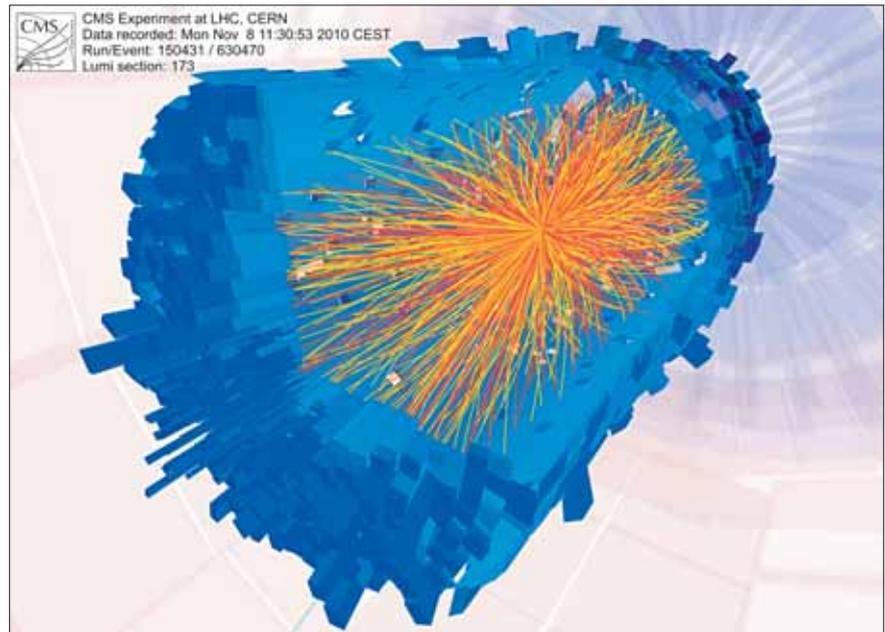
Измерения кварков и векторных бозонов связаны с регистрацией большого количества струй частиц — выплесков энергии в очень узких интервалах пространственных углов. Их появление обусловлено жесткими соударениями партонов — элементов структуры начальных протонов. Для исследований важно установить тип струи, выяснить, какова природа кварка, ее образовавшего. Для этого используют прецизионные измерения координат треков частиц вблизи точки первичного столкновения протонов. В итоге же надежно выделяются струи, образованные c - и b -кварками. А образовавшиеся от последних струи позволяют пойти дальше и выделить распады значительно более тяжелых t -кварков. Реконструированные векторные бозоны, в свою очередь, могут являться дополнительными продуктами

распада t -кварков. На фоне известных процессов идет поиск новых резонансных состояний с большими массами — они достижимы вследствие большой энергии начальных частиц. Правда, пока такие состояния не найдены, но границы для поиска значительно раздвинуты.

Новое в физике процессов на ЛHC проявилось и в обнаружении корреляционных явлений в структуре сталкивающихся протонов. Выяснилось, что для правильного описания жестких процессов в этих соударениях следует учитывать не только однократные столкновения кварков и глюонов, но и двойные. Введение этих корреляций в расчеты не исчерпывает весь класс их множественных взаимодействий. Более сложные комбинации учитываются с помощью феноменологических моделей (учитывающих свойства процесса). Такой учет особенно важен для моделирования потоков частиц, сопровождающих жесткие столкновения кварков и глюонов.

Новые измерения вероятностей рождения тяжелых частиц на ЛHC важны и тем, что ранее на Теватроне измерения происходили в столкновениях протонов и антипротонов, т.е. при равном количестве кварков и антикварков. В протонных соударениях на ЛHC кварков больше, чем антикварков. Различие проявляется в преобладании частиц с положительным электрическим зарядом над отрицательно заряженными.

**Событие соударений
двух ускоренных ядер свинца,
зарегистрированное
в эксперименте CMS.**



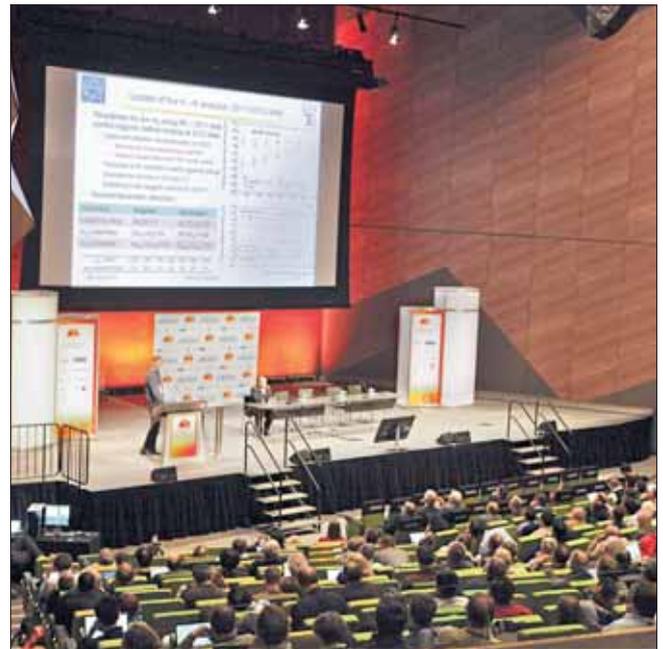
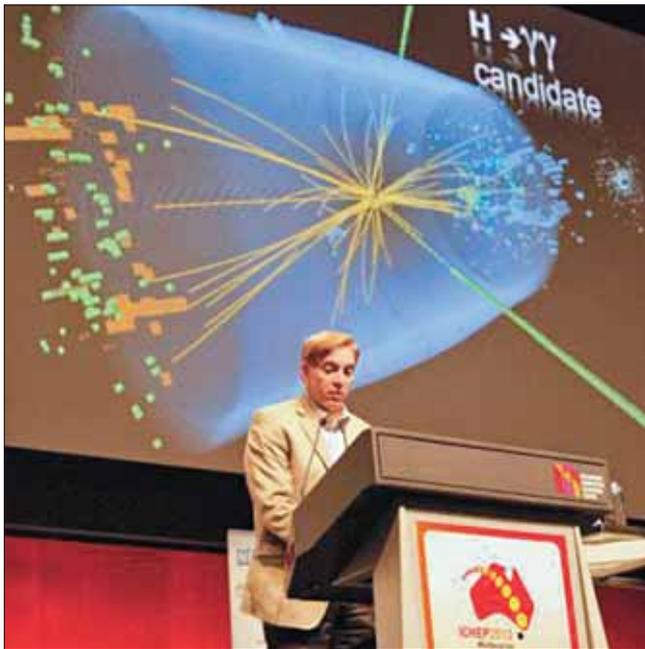
**Распад бозона Хиггса на четыре мюона,
зарегистрированный
в эксперименте ATLAS в 2012 г.
В левом верхнем углу видна цепочка
вершин протонных соударений,
в одном из которых зарегистрировано
рождение новой частицы.**

При энергии 7 ТэВ измерена вероятность парного рождения t -кварков — ее величина совпала с ожидаемой. Теперь предстоит определить поляризацию последних, выяснить, присутствуют ли резонансы при их рождении. Особенно интересны процессы, в которых появляется один t -кварк без парного t -антикварка. Существуют три типа диаграмм, обуславливающих появление одиночного t -кварка. Многие годы делались попытки обнаружить подобные процессы и на Теватроне. Однако не хватало начальной энергии, также очень малой оказалась вероятность этих процессов. И хотя результат был получен и там, но надежные измерения сечений одиночного рождения t -кварка на LHC являются крупным успехом

экспериментаторов. Измеренные вероятности более чем в десять раз меньше сечения парного рождения t -кварков. Эти данные вместе с результатами детальных измерений рождения векторных бозонов W и Z выводят исследования элементарных взаимодействий на качественно новый уровень. А это, в свою очередь, позволит исследовать сложные диаграммы с трехбозонными вершинами.

СВОЙСТВА МАТЕРИИ В СОУДАРЕНИЯХ ЯДЕР СВИНЦА ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ

Сложная структура протонных взаимодействий не идет в сравнение с множеством элементарных про-



Доклад представителей коллаборации CMS на Международной конференции по физике высоких энергий в Мельбурне (Австралия, ICHEP2012) об открытии новой частицы — кандидата в бозон Хиггса.

цессов при соударении ускоренных ядер свинца. Коллайдер LHC ускоряет их до энергии 2,76 ТэВ на нуклон. Детекторы ALICE, ATLAS и CMS регистрируют все возникшие при столкновении ядер частицы. Значит, природа исследуемых здесь процессов требует иных подходов в анализе — и задачи ставятся иначе. Суть их состоит в определении свойств ядерной среды, образующейся под действием высокой плотности и температуры. Их можно установить из характера взаимодействий кварков, глюонов и других частиц с этой средой. То есть необходимо применить статистические и термодинамические методы описания объекта исследования.

Лидером в изучении ядерных столкновений являются исследования на ALICE — данный детектор обладает уникальными возможностями для определения природы частиц. Российское участие здесь представлено физиками Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». В эксперименте детально сравниваются спектры частиц, образованных в ядерных соударениях с разными прицельными параметрами. Выделяются группы периферических взаимодействий — при больших расстояниях между центрами ядер и группы с разной степенью центральности, вплоть до лобовых взаимодействий. Выясняется, что частицы различной природы и с разными импульсами неодинаково взаимодействуют с возбужденной ядерной средой. Обнаружены значительные корреляции в испускании частиц. При описании наблюдаемых явлений активно используется аналогия ядерной материи с жидкостью разной степени вязкости.

Яркий результат был получен в эксперименте ATLAS еще в конце 2010 г. Оказалось, что часть

струй, рожденных в ядерных соударениях, не имеют компенсирующей струи. Как правило, они возникают парами, вылетают в противоположных направлениях. В ядерных соударениях зарегистрированы события с одиночной струей, без парной. При этом общая компенсация импульсов выполнялась. Это явление объясняется особенностями ядерной среды, через которую проходит струя. Возможно, что это сигнал образования кварк-глюонной плазмы, поиск которой ведется в ядерных соударениях. Продолжение анализа этих сложных процессов позволит дать более точный ответ.

В заключение отметим: физические данные, полученные на LHC к настоящему времени, демонстрируют успешную реализацию проекта. Все полученные результаты показывают согласие с предсказаниями Стандартной модели.

Пока не обнаружено свидетельств суперсимметрии или других моделей, позволяющих понять свойства Стандартной модели, прояснить связь гравитации и микромира. Предстоит также определить свойства бозона Хиггса, продолжить поиск новых явлений за пределами Стандартной модели.

Работы на LHC будут приостановлены до 2014 г. для подготовки к функционированию при большей энергии, вдвое превышающей современную — 14 ТэВ.

НЕОБЪЯТНЫЙ МИР МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Евгения СИДОРОВА, журналист

**24–28 сентября 2012 г. в городе Суздале состоялась
Седьмая международная конференция «Морские млекопитающие Голарктики»,
организованная Советом по морским млекопитающим.
Специалисты из России, Украины, США, Великобритании, Канады, Норвегии,
Эстонии, Латвии, Японии, Казахстана, Ирана встретились,
чтобы обсудить последние результаты исследований китов и дельфинов,
моржей и тюленей, каланов и белых медведей.
Сегодня ученые располагают богатой информацией
о динамике популяций этих животных, их миграциях, генетике,
однако многие вопросы по-прежнему остаются без ответа.
Участники форума говорили о необходимости обобщения данных,
полученных териологами разных стран.**

Круг тем конференции, собравшей представителей 79 организаций из 11 стран мира, был очень широк, и многие прозвучавшие доклады, несомненно, достойны отдельного обсуждения, настолько интересны объекты, методы исследований и выводы, к которым пришли ученые. Однако любая попытка исчерпывающе рассказать в рамках журнальной статьи об охваченной на форуме проблематике обречена на неудачу. Поэтому мы остановимся на некоторых дискуссионных вопросах морской териологии, нашедших отражение в выступлениях участников и важных для действенной защиты животных.

АХИЛЛЕСОВА ПЯТА КИТООБРАЗНЫХ

Работы, посвященные изучению китообразных, составляют 54% всех исследований морских млекопитающих. И не случайно. «Киты — загадка для человека, — отметил председатель Оргкомитета конференции «Морские млекопитающие Голарктики* VII», член-корреспондент РАН Алексей Яблоков. — В отличие от большинства зверей они тратят мини-

*Голарктика — крупнейший биогеографический регион Земли, охватывающий большую часть Северного полушария и имеющий флористические и фаунистические особенности. Его южная граница проходит по северу Мексики, включает острова Кабо-Верде, далее по северному краю Сахары, Аравийскому полуострову, Гималаям, югу Китая, включает Тайвань и Японию (*прим. ред.*).



Косатки, остров Медный (Командорские острова). Фото О. Белонович

мум времени на добывание пищи. Обладают огромным мозгом. Благодаря способности излучать и воспринимать низкочастотные сигналы умеют передавать собратьям сообщения на расстояния в сотни и тысячи километров. При этом их действия порой необъяснимы с позиций современных научных знаний. Что, например, заставляет самку выброситься на берег вместе с выкармливаемым ею детенышем?»

Подобные эпизоды гибели китообразных далеко не единичны — сообщения о них систематически приходят из разных районов Мирового океана, начиная с XVIII в. Среди наиболее вероятных (хотя и не единственных) причин специалисты называют потерю этими животными способности ориентироваться, что у дельфинов, например, может произойти из-за сбоя в эхолокационной системе. Такой точки зрения придерживался и крупный отечественный исследователь морских млекопитающих, доктор биологических наук Авенир Томилин (1912–2000) — его столетнему юбилею и была посвящена данная конференция. Перу ученого принадлежит том IX «Китообразные» знаменитой серии «Звери СССР и прилежащих стран (звери Восточной Европы и Северной Азии)», выпущенной Издательством АН СССР в 1957 г. Труды Томилина до сих пор не утратили актуальности. «Массовое самоубийство» китообразных объясняется «осечкой» гидролокатора, —

читаем мы в его научно-популярной книге «В мире китов и дельфинов» (1974).

Дезориентации китообразных может способствовать антропогенный шум. Не случайно доклады, посвященные изучению его влияния на жизнь обитателей океана, занимали в программе конференции особое место. Так, заведующий лабораторией шумов и флуктуации звука в океане Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Москва), кандидат физико-математических наук Александр Веденев, выступая на пленарном заседании, отметил: самое сложное звено в изучении данного воздействия на популяцию — получение сведений о влиянии на индивидуума на протяжении всей его жизни. Между тем «карта шумов Мирового океана» постоянно обновляется: с глобализацией экономических процессов все интенсивнее становится товарообмен между странами, а значит, напряженнее трафик судов, создающих повышенный акустический фон. Начинается сейсмозащита нефтегазовых месторождений на шельфе. Для морских млекопитающих это означает фатальное ухудшение среды обитания. Причем интенсивность антропогенных звуков в естественных условиях может значительно превышать уровень, предлагаемый экспериментальным животным в дельфинарии.

Научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Москва) и Центра

Прыжок горбатого кита.
Фото Е. Мамаева



Проведение фото- и видеосъемки самца косатки для его идентификации.
Фото А. Четвергова

по изучению сна Калифорнийского университета (Лос-Анджелес), кандидат биологических наук Олег Лямин представил результаты изучения реакции белух (белых китов) на громкий акустический шум. В подобных работах исследователи обычно ставят задачу оценить нарушение слуха или изменение в поведении китообразных. Лямин же с коллегами с Утришской морской станции РАН заинтересовались тем, как влияет данный фактор на физиологические показатели — частоту сердечных сокращений и ритм дыхания.

Ученый рассказал, что спровоцированная антропогенным шумом тахикардия у годовалого детеныша белухи напоминала «акустическую реакцию испуга», возникающую у наземных млекопитающих. Частота сердечных сокращений у подопытного животного даже при меньшей интенсивности звуков, чем могут испытывать его сородичи в природе, выросла вдвое

и не снижалась на протяжении 6 мин. Это, согласно выводам специалистов, следует рассматривать как компонент стресс-реакции, сопровождающейся повышением тонуса симпатической нервной системы, что в свою очередь может приводить к нарушениям работы сердечно-сосудистой и других систем организма. В то же время у молодой, адаптированной к условиям неволи белухи изменения названных физиологических показателей при возникновении шума были менее выражены.

В результате эксперимента ученые установили, что реакция китообразных на шум определяется не только его параметрами, но и индивидуальными особенностями животных, их возрастом, а также тем, насколько они адаптировались к условиям содержания и действию громких звуков. Если же обитатели океана долго живут в среде с повышенным уровнем шума,



Моржи, обитающие в море Лаптевых, включены в Красную книгу России как самостоятельный подвид.
Фото Д. Лукьянова

последствия его влияния могут накапливаться, и со временем это негативно скажется на их здоровье. Специалисты считают, что наиболее уязвимы к данному антропогенному фактору детеныши китообразных. Дополнительная информация будет получена после анализа биохимического состава крови подопытных белух, и в первую очередь — уровня кортикостероидов.

ВСЛЕД ЗА СЕРЫМ КИТОМ

Одним из самых сложных вопросов морской териологии остается определение путей миграции морских млекопитающих. Впрочем, метод спутниковой телеметрии — отслеживание перемещений животного, «помеченного» специальным датчиком, — позволил исследователям существенно уточнить представления о поведении разных обитателей Голарктики. Рекордсменом по протяженности «путешествий» по праву остается серый кит (*Eschrichtius robustus*) — вид, занесенный в Красную книгу РФ и Красный список Международного союза охраны природы как находящийся «под угрозой исчезновения»; за год он проплывает 12–19 тыс. км. На конференции в Суздале круглый стол, посвященный проблемам его изучения и охраны, собрал большую аудиторию, присутствовал и представитель американской нефтегазовой компании «Эксон Нефтегаз Лимитед». Интерес последней к этой теме закономерен: в заливе Пильгун (часть Охотского моря у восточного берега острова Сахалин), являющемся районом нагула охотско-корейской популяции серых китов, с начала 2000-х годов идет разведка залежей «черного золота», а с 2007 г. и его добыча, осуществляемая данной компанией. Для того чтобы понять, как воздействует нефтепромысел на местообитания этих зверей и минимизировать его негативное влияние, «Эксон Нефтегаз Лимитед» сов-

местно с частной отечественной компанией «Сахалин Энерджи» в 2010–2011 гг. финансировали эксперимент по спутниковому мечению морских гигантов. Полученные результаты вызвали дискуссию.

Дело в том, что на протяжении всего XX в. научное сообщество придерживалось следующей точки зрения: в Северной Пацифике существует две популяции серых китов — чукотско-калифорнийская и охотско-корейская (восточная и западная — в англоязычной литературе). Затем, уже в XXI в., были подтверждены генетические различия между ними, свидетельствующие о том, что названные «стада» не смешиваются. Однако информации о маршрутах миграций этих обитателей океана и местах их зимовки было крайне мало, и потому после нескольких встреч вблизи Калифорнии представителей группировки, нагуливающейся у северо-восточного Сахалина (западная популяция), устоявшаяся концепция подверглась критике: оказывается, «восточные» и «западные» серые киты могут зимовать совместно! Спутниковое слежение за помеченными на Сахалине животными, организованное специалистами РАН, подтвердило этот факт — киты следовали различными маршрутами, но в пределах одного миграционного коридора: переплыли Охотское море, обогнули Камчатку, пересекли Берингово море севернее Алеутских островов. Здесь они вошли в пределы традиционного пути чукотско-калифорнийской популяции и через пролив между Алеутскими островами проникли в залив Аляска.

Разумеется, вновь выявленные обстоятельства имеют не только чисто научное, но и практическое значение. Ведь не зная в деталях ареал западной популяции, насчитывающей всего лишь 125–150 особей, невозможно разработать стратегию сохранения этих животных. Ныне отечественные и зарубежные специалисты располагают фотокаталогом серых



Белые медведи. Чукотка.
 Фото В. Семеновой
 (Совет по морским
 млекопитающим)

китов и постоянно пополняют его, а также с целью изучения истории популяции анализируют информацию о ее генетическом разнообразии, половом составе и родственных связях между особями. При этом эксперимент по спутниковому слежению за «морскими путешественниками» продолжался дольше, чем предполагалось: в день начала конференции серый кит по имени Варвара оставался «на связи» уже 885-й день — рекорд для метки, гарантированное время работы которой не превышает одного года.

Заведующий лабораторией экологии высших позвоночных Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН, кандидат биологических наук Александр Бурдин, принимавший активное участие в описанном выше эксперименте и проводивший круглый стол, посвященный серому киту, подчеркнул важность систематических исследований — ведь отсутствие регулярных наблюдений в период 1960–1970-х годов привело ученых к ложным выводам относительно путей миграции и нагула этого редкого животного. И до сих пор у специалистов вопросов больше, чем ответов. Заведующий лабораторией сохранения биоразнообразия и использования биоресурсов Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, кандидат биологических наук Валентин Ильяшенко отметил: необходимо продолжать сбор информации об истории малочисленной западной популяции. Помочь в этом мог бы анализ скелетов серых китов, погибших в результате избыточного промысла в XIX–XX вв., — из остатков их костной ткани выделяют ДНК для последних генетических исследований. Вероятно, этот бесценный материал сохранился в Японии, например, в местных храмах.

НОВЫЕ УГРОЗЫ ДЛЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Большинство исследований морских млекопитающих Голарктики так или иначе связаны с охраной видов, обитающих в этом регионе, охватывающем большую часть Северного полушария. Вследствие глобальных изменений климата и освоения шельфа северных морей нефтегазодобывающими компаниями в особенно неблагоприятном положении ныне оказались звери, населяющие арктические экосистемы*. В выступлении доктора Кит Ковакс из Норвежского полярного института (Тромсе, Норвегия) прозвучало: задержка в установлении ледового покрова в последнем десятилетии, уменьшение мощности ледяной платформы, являющейся местообитанием лаастоногих, пагубно сказывается на здоровье и численности их популяций, на жизни белого медведя, стоящего на вершине пищевой пирамиды. По существу местообитания многих млекопитающих могут исчезнуть: с потеплением началась миграция к северу южных видов морских животных, но исконному населению Арктики некуда переселяться — рядом Северный полюс Земли. Возникла экологическая угроза, и это фиксируют ученые разных стран.

В докладе коллектива исследователей из Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, в 2010 и 2011 гг. проводивших наблюдения за морскими млекопитающими в морях Российской Арктики с борта научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов», подчеркнвалось: в условиях, когда одни виды (например, серый кит)

*См.: В. Рожнов. Живая Арктика: элементы «мозаики». — Наука в России, 2012, № 4 (прим. ред.).



Косатки следуют за лодкой: дельфинам интересны турбулентные потоки, создаваемые винтом мотора. Фото О. Шпак

осваивают районы, ранее нехарактерные для их ареала, а другие все чаще встречаются в малопригодных для выживания местах (белые медведи, переместившиеся на побережье материка или острова), необходим регулярный мониторинг морской териофауны.

В дополнение к описанным климатическим катаклизмам, в местах нефте- и газодобычи на шельфе северных морей возникает комплекс факторов антропогенного влияния на морских млекопитающих. Это не только уже упомянутый шум, но и загрязнение нефтепродуктами, химическими веществами. Данной проблеме на конференции был, в частности, посвящен круглый стол «Атлантический морж». Здесь собрались члены Экспертно-консультативной группы по сохранению и изучению этого редкого вида (*Odobenus rosmarus*), занесенного в Красную книгу РФ со статусом «популяции, неуклонно сокращающиеся в численности», и сотрудники ряда научно-исследовательских институтов. Присутствовали и представители нефтяных и газовых компаний (ОАО «НК Роснефть», ОАО «Газпром нефть», «Эксон нефтегаз лимитед» и др.). Трудности охраны атлантического моржа обусловлены тем, что целенаправленные исследования его популяции в нашей стране никогда не велись и данные, необходимые для подготовки мер по защите этих животных в условиях активного экономического развития региона, практически отсутствуют.

ТОЛЕРАНТНЫЙ ХИЩНИК

И еще об одной научной проблеме, занимающей сегодня специалистов, — определении уровня генетической и экологической разобщенности двух существующих форм косаток (*Orcinus orca* — хищных дельфинов) с принципиально разными пищевыми пристрастиями и, как следствие, разными повадками.

В сознании обывателя косатка — гроза всех обитателей морей. Однако не так все просто. Есть рыбацкие (или резидентные) представители вида, которые собираются в стаи (до 30 - 50 особей) и преследуют свою добычу вместе. А «по соседству» с ними живут плотоядные (транзитные) косатки, предпочитающие охотиться на дельфинов, китов, ластоногих и других морских млекопитающих. Они могут держаться поодиночке, а в группе — обычно не более 5. В поиске жертв они заходят даже в совсем небольшие бухты и способны устраивать засады. Благодаря исследованиям последних лет установлено: названные группы имеют генетические особенности, морфологические и поведенческие отличия, настолько существенные, что назрел вопрос о разделении единого вида на два (или даже более) самостоятельных.

Отношение плотоядных косаток к человеку удивляет многих исследователей. Даже при отборе биопсии с помощью стрелы, выпущенной из арбалета и снабженной специальным приспособлением для



Самка белухи с новорожденным детенышем. Характерная для малыша поза — сбоку и чуть позади мамы. Охотское море. Фото О. Шпак

срезания фрагмента кожи животного (процедуре иногда довольно болезненной), опасные хищники ограничивались ударами хвоста и не пытались перевернуть легкую резиновую лодку с людьми. Напротив, подныривая под нее, огромные дельфины слегка поворачивались для того, чтобы верхний, заостренный и длинный плавник не задел ее дно. «Непонятно, чем продиктована их терпимость по отношению к людям, преследующим и стреляющим в них», — поделилась своими наблюдениями сотрудница Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, кандидат биологических наук Ольга Шпак, работавшая в разных районах Голарктики. Она продемонстрировала видеосъемку: косатки движутся в непосредственной близости от рук оператора, при этом возникает впечатление, что они с любопытством заглядывают в объектив. Участники экспедиции могли даже прикоснуться к их спинам.

Фото- и видеоматериалы исследуемых животных, показанные на конференции ее участниками, действительно впечатляют. Они достойны демонстрации перед самой широкой аудиторией — ведь это эмоциональная связующая нить между немногочисленным сообществом териологов, обеспокоенных судьбой обитателей океана, и остальным человечеством. Тут

уместно вновь вспомнить Авенира Томила, не только обладавшего редкой способностью к обобщению разрозненных научных данных и оставившего фундаментальные труды, но умевшего излагать сложные темы зоологии в популярном ключе: им написаны книги, полюбившиеся современникам. Не случайно столь занятой человек посвятил много времени написанию научно-популярной литературы — он стремился познакомить людей с изумительным миром, который так хорошо знал. И благодаря его труду в науку пришли новые силы, а несколько поколений наших соотечественников получили шанс хотя бы ненадолго раздвинуть границы обыденности и заглянуть в загадочную «галактику» морских млекопитающих.

*Иллюстрации предоставлены
Советом по морским млекопитающим,*

*О. Шпак (Институт проблем
экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН),*

*О. Белонович, Е. Мамаевым
(Командорский государственный заповедник)*



«Я привык к ответственности за дело, мне порученное, привык доводить до конца, привык считаться прежде всего с государственными интересами. Такой стиль сформировался у меня под влиянием моих руководителей и товарищей по работе. В течение долгих лет жизни со многими людьми проходишь длинный совместный путь. Ощущение счастливо прожитой жизни, полнота ее и, как я обычно говорю, сухой остаток от нее, т. е. то, что удалось сделать, в громадной степени зависит от тех, с кем шагаешь по жизни».

Анатолий Александров

ПРЕВЫШЕ ВСЕГО — НАУКА

Крупный ученый-физик, талантливый инженер, блестящий организатор, без малого 30 лет (1960–1988 гг.) возглавлявший Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») и более 10 лет — АН СССР (1975–1986 гг.), академик Анатолий Петрович Александров, 110-летие со дня рождения которого научная общественность страны отметит 13 февраля 2013 г., — знаковая фигура ушедшего века.

По совокупности решенных под его руководством научно-технических задач государственного уровня — разработка системы противоминной защиты кораблей Военно-морского флота СССР, строительство ядерных реакторов — производителей плутония, энергетических установок для атомных электростанций, создание первой советской атомной подводной лодки, мощного подводного и ледокольного флота — Анатолию Петровичу, пожалуй, нет равных в истории отечественной науки. Трудно назвать другого человека, сумевшего объединить столько практических достижений. Он получил все почести, которые могут быть оказаны в нашей стране крупному ученому (трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинских, Ленинской и Государственных премий СССР, обладатель девяти орденов Ленина), однако самые высокие ему оказало время. Александрову было за 80, а он продолжал работать без малейшего намека на старческую немощь, творческую депрессию или душевную усталость. Собственно, так он работал всегда, всю свою жизнь, не отступая ни перед какими трудностями и огорчениями, не утрачивая ни ясности мысли, ни созидательной силы духа. И сегодняшней юбилей — это не только повод вспомнить о человеке, чья многогранная деятельность оказала и продолжает оказывать влияние на развитие целого ряда научных направлений и отраслей промышленности, но и представить молодым современникам, не знавшим его, какие люди составляют интеллектуальное богатство нашего общества.

АКАДЕМИК АЛЕКСАНДРОВ: ПРЯМАЯ РЕЧЬ

О ПРЕЕМСТВЕННОСТИ В НАУКЕ

«Существуют научные школы. Существуют, понимаете ли, люди, у которых учатся молодые. Я с огромной благодарностью вспоминаю академика Иоффе, у которого работал, и которому, собственно, обязан всем, что мне удалось сделать. Школа Ленинградского физико-технического института, как мне кажется, сыграла не только большую роль в моей судьбе, в судьбе академиков Курчатова, Харитона, Зельдовича, но и в судьбе многих других советских физиков...

Пожалуй, именно дружеское отношение сотрудников института друг к другу, та атмосфера творчества, которая царила в доме на Лесной, поражали более всего остального. К сожалению, сегодня подобный климат — редкость в научно-исследовательских институтах. Помню, как ходил Абрам Федорович по лабораториям. Раз в неделю его ждали в каждой из них. Спрашивал, что удалось сделать, заинтересованно обсуждал результаты, указывал, где и какие могут быть ошибки, на что стоит обратить внимание. И как же стыдно бывало, если на вопрос: «Ну, как успехи?» — нечего было ответить. Чтобы подобного не случалось, приходилось много работать. И мы работали...

Очень молоды были и перед авторитетом своего учителя преклонялись. Но смотрели на мир, конечно, по-разному. И, наверное, ссорились и обижа-

лись... Только я не помню. А вот как весело, как увлеченно нам работалось — помню. Как выручали друг друга, если у кого-то портился прибор, как оставляли свои дела и бросались чинить. Всем делились друг с другом. Ну, а когда шли семинары и мы оказывались разного мнения на научную проблему, то в пылу спора не выбирали выражений. Даже, помню, самому Иоффе кто-то из нас крикнул: «Вы забыли закон Ома!».

И вот что интересно: в институтах, которые потом возглавляли выходцы из Ленинградского физтеха, тоже не было конфликтов и нет, по-моему, до сих пор».

О КОМПРОМИССАХ

«Компромисс компромиссу рознь. Я, знаете ли, не люблю смелых умников, которые, сидя сегодня в безопасном тепле и уюте, осуждают всех подряд. Самоутверждаются они так, что ли? Им и не снились наши проблемы и трудности. Особенно ученых принято ругать. Тот работал в годы сталинских репрессий, этот — в годы брежневского застоя. Только где бы была наша наука, если бы не эти ученые (речь шла о Сергее Вавилове, Петре Капице, Игоре Курчатове, Льве Ландау, Сергее Королеве, Мстиславе Келдыше. — *Прим. ред.*)».

Я знал многих из них. За ними стояли не смелые речи на митингах и по телевизору, а научные работы, поступки. Они вынуждены были исходить из жестких



Учитель и ученик. Выступление академика Анатолия Александрова на заседании Президиума АН СССР, посвященном памяти академика Абрама Иоффе.

рамок обстоятельств, в которые ставила их судьба. И мне больно, когда их судят сегодня. Неблагодарная роль. Ну, а о себе лично... В науке я компромисса не допускал. По крайней мере, старался не допускать. А вот в отношениях с людьми, в политике, в отношениях с властью...

В начале войны наша группа работала по размагничиванию кораблей, чтобы их не уничтожали фашистские мины. Работа велась еще до войны. В нашу группу входил профессор Регель, очень талантливый ученый, прекрасный человек. Мы были близки с ним. Но после войны, когда началась работа над атомной проблемой, Вадима Робертовича отстраняют. И я согласился, а между тем мог настоять на своем. Но я боялся не за себя — за него. Боялся, что его дожмут, съедят. Я мог бы настоять, чтобы его мне дали, тогда очень уж нужна была моя работа, но была ли уверенность, что в тех обстоятельствах сохранится его жизнь? Увы... Потому и согласился».

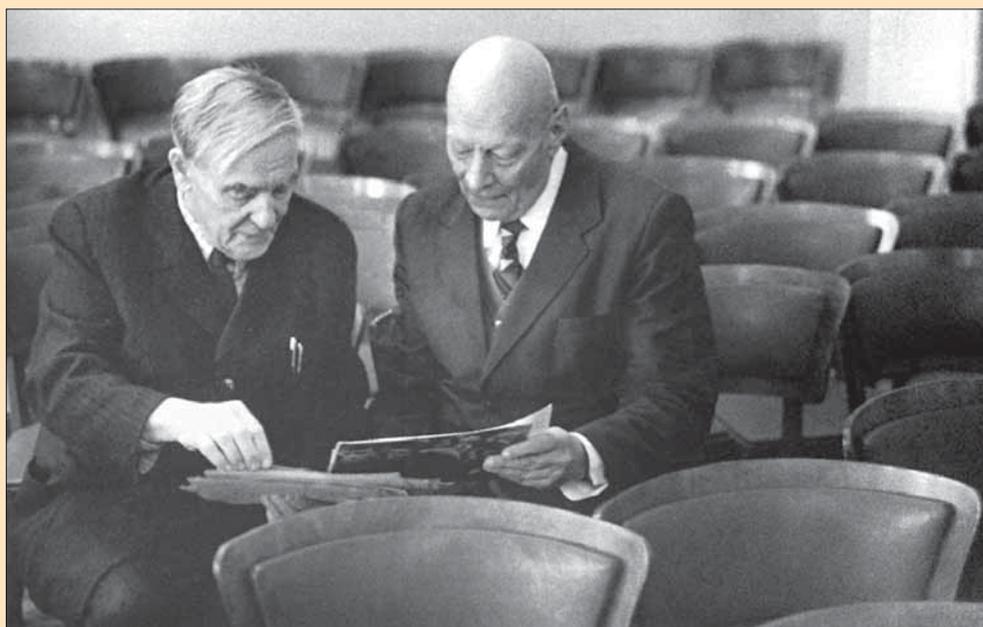
ОБ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС (1986 г.)

«Чернобыль — трагедия и моей жизни тоже. Я ощущаю это каждую секунду. Когда катастрофа произошла и я узнал, что там понакрутили, — чуть на тот

свет не отправился. У меня было очень плохое состояние. Потому решил немедленно уходить с поста президента Академии наук, даже обратился по этому поводу к М.С. Горбачеву. Меня коллеги останавливали, но я считал, что так надо. Мой долг, считал я, — все силы положить на усовершенствование реактора.

Отвечать за развитие атомной энергетики и конкретно за чернобыльскую катастрофу — разные вещи. Судите сами. Хотя, впрочем, я убежден, что все рассказанное мною лишь вызовет новый поток брани на мою старую лысую голову. Но я покривил бы душой, если бы согласился с мнением, что теперь атомную энергетику развивать не надо и все АЭС следует закрыть. Отказ от развития атомной энергетики был бы для человечества губителен. Такое решение не менее невежественное, не менее чудовищное, чем тот эксперимент на Чернобыльской АЭС, который непосредственно привел к аварии...

Меня очень тревожит гонение на атомную энергетику, которое началось в стране. Не может целая отрасль науки и промышленности быть подвержена остракизму. В этом отношении уже есть отрицательный опыт с генетикой и кибернетикой... Не знаю, напечатаете ли вы эту беседу, но я всю жизнь стремился утверждать лишь то, в чем был убежден. Я по-



С лауреатом
Нобелевской премии 1978 г.
академиком Петром Капицей.



Коллеги по размагничиванию
кораблей в годы Великой
Отечественной войны:
Юрий Лазуркин, Анатолий
Александров и Вадим Регель
в Институте атомной энергии
им. И.В. Курчатова.

прежнему убежден в необходимости развития для страны атомной энергетики. Убежден, что при правильном подходе к ней, при соблюдении всех правил эксплуатации она безопаснее, экологически надежнее тепловых станций, загрязняющих атмосферу, гидростанций, уродующих реки...

Безопасность работы — единственный критерий существования АЭС. Выполнить его можно, лишь учитывая уже имеющийся опыт работы. Зачем же разрушать отрасль промышленности, где работали ученые, инженеры, конструкторы, которые все-таки

чего-то стоили?! Ведь все равно не обойтись без атомной энергетики, и новому поколению неизбежно придется возвращаться и начинать все с нуля».

*Из интервью Анатолия Александрова
корреспонденту Ванде Белецкой
(журнал «Огонек», 1990, № 35)*

*Иллюстрации из архива лаборатории научно-технической
фотографии Курчатковского института
и семейного архива А.П. Александрова*

ОН НЕ МОГ ЖИТЬ ПО-ИНОМУ

Академик Евгений ВЕЛИХОВ,
президент Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»
(Москва)

**Когда думаешь об Анатолии Петровиче Александрове,
вспоминаешь библейского проповедника Ноя,
спасенного за правду от Всемирного потопа
и ставшего продолжателем человеческого рода —
ведь по многим приметам он был похож на этого персонажа.
Только Ной пережил один потоп, а Анатолий Петрович два...
Он пришел к нам из Серебряного века —
периода интеллектуального подъема нашей страны,
расцвета российской науки, культуры, промышленности —
и привнес в нашу жизнь совершенно особые черты:
любопытность, совесть, порядочность,
удивительную доброжелательность к людям,
ясное понимание истины «Чем больше ты отдаешь,
тем больше к тебе вернется».**



Академик Анатолий Александров.

Александров* родился в 1903 г. на Украине и окончил физико-математический факультет Киевского университета (одновременно преподавал в средней школе). Там же, в Киеве, его заметил директор Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ)** академик Абрам Иоффе. Одна из задач, которую решал тогда ученый, состояла в привлечении к науке талантливых молодых специалистов. Анатолий Петрович оказался в их числе. Это случилось в 1930 г.

Первые работы Александрова в ЛФТИ, посвященные исследованию пробоя диэлектриков, продемонстрировали независимость электрической прочности тонких пленок от их толщины и заставили отказаться от господствовавшей в то время лавинной теории ударной ионизации твердого тела. Развитые им представления об особой роли так называемых «слабых мест» в диэлектриках оказались плодотворными и в дальнейшем — в изучении закономерностей хрупкого разрушения материалов. В итоге была разработана и экспериментально обоснована статистическая теория хрупкой прочности, идеи которой

сохранили значение и для современной физической теории долговечности материалов.

В середине 1930-х годов Александров провел серию исследований в новой для того времени области науки — физике полимеров. Изучение механических и электрических свойств синтетических полимеров, быстро входивших в технику главным образом как конструкционные и электроизоляционные материалы, представляло, кроме научного, значительный практический интерес. Сегодня не все помнят, что повсеместно используемый ныне полистирол своему промышленному производству в нашей стране обязан Анатолию Петровичу. Исследованные им электрофизические свойства высокомолекулярного соединения оказались уникальными для создаваемой электро- и радиотехники.

Результаты этих работ, выполненных в 1933–1944 гг., послужили основой для ряда разделов современной науки о полимерах, вошли в монографии и учебники и на долгие годы определили пути развития многих направлений физики полимеров в Советском Союзе. Актуальные и добротные выполненные, они принесли Александрову известность.

Казалось бы, можно успешно продолжать начатое. Но наступали тревожные предвоенные годы. Моряки стучались в двери различных научных учреждений: наши корабли не защищены от магнитных мин, а их производство в фашистской Германии ведется интенсивно. Однако специалисты по магнетизму, оценивая проблему, не видели возможности ее решения. «Именно поэтому, — смеясь, рассказывал много лет спустя Анатолий Петрович, — что они были слишком хорошими специалистами и прекрасно представляли все трудности этого дела». Сам же он со своей немногочисленной командой в первые дни Великой Отечественной войны взялся за эту задачу и решил ее.

Он не только пояснил, как можно компенсировать собственные магнитные поля кораблей, но и вместе с моряками внедрил систему защиты на флоте. Возглавляемые им работы по размагничиванию кораблей, в которых принимали участие многие сотрудники ЛФТИ, в том числе Игорь Васильевич Курчатов*, внесли большой вклад в обеспечение жизнеспособности нашего Военно-морского флота. Трудно подсчитать, сколько мореходных судов и человеческих жизней этой деятельностью было спасено. В городе-герое Севастополе установлен Мемориальный знак в честь участников этой грандиозной эпопеи.

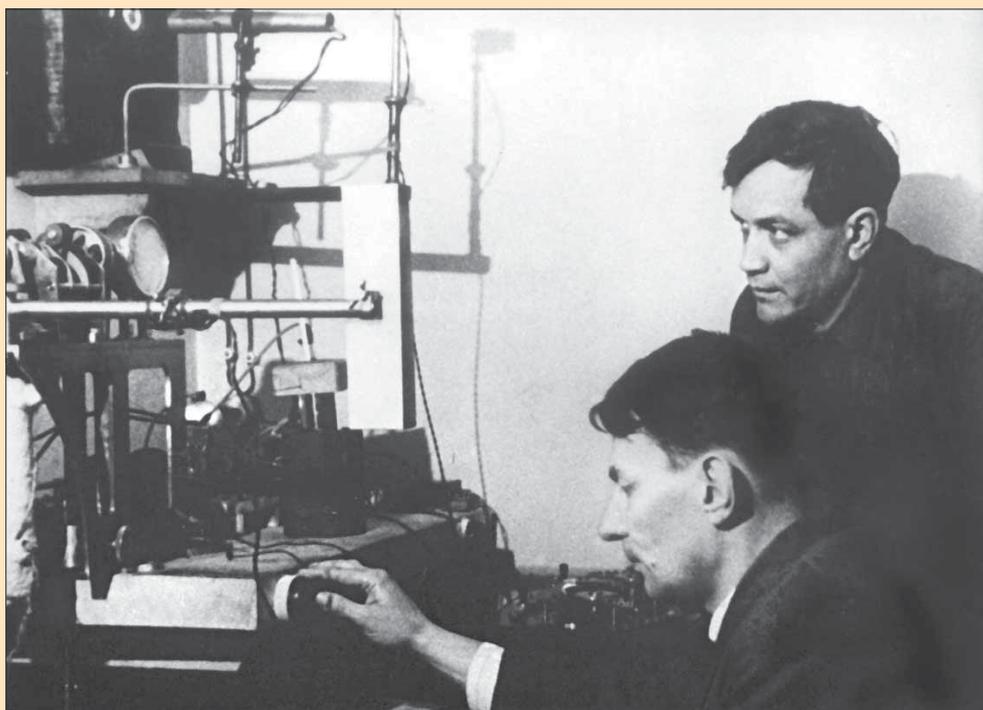
Именно в тяжелые военные годы с большой силой проявился талант Александрова как ученого и организатора научных исследований и разработок, умелого

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

**См.: Б. Дьяков. Физтех во времени и пространстве. — Наука в России, 2003, № 3 (прим. ред.).

*См.: Е. Велихов. Его мечта — создать солнце на Земле. — Наука в России, 2003, № 1; Е. Велихов. Гордость российской науки; В. Сидоренко. Зачинатель атомной энергетики Советского Союза; Ю. Сивинцев. Несколько незабываемых встреч. — Наука в России, 2012, № 6 (прим. ред.).

*С коллегой Борисом Гаевым.
Ленинградский
физико-технический институт.
1940 г.*

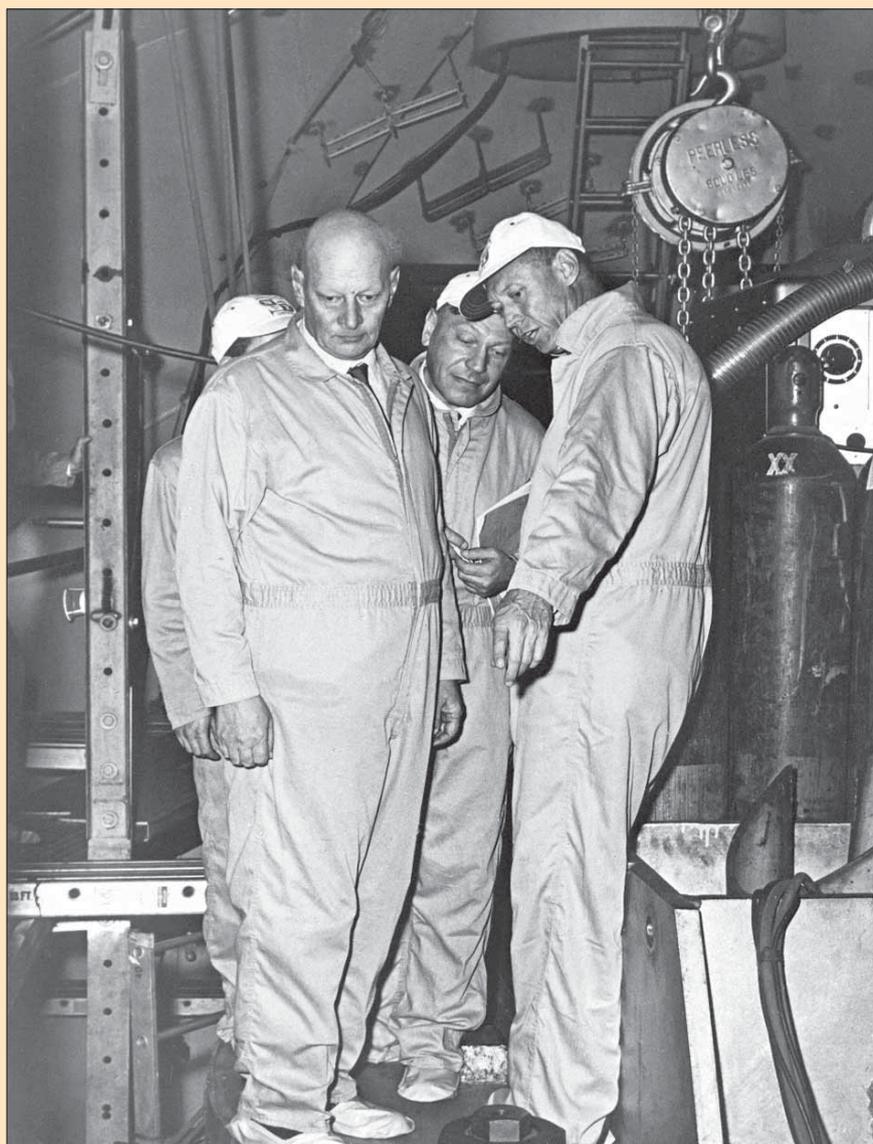


*С директором
Института атомной энергии
академиком
Игорем Курчатовым. 1958 г.*

практика. Эти качества оказались особенно востребованы в связи с началом в Советском Союзе работ по «урановой проблеме» — созданию атомного оружия. Анатолий Петрович пришел в атомный проект по приглашению Курчатова будучи известным ученым, членом-корреспондентом АН СССР (с 1943 г.), и вскоре стал одним из его ведущих специалистов, возглавлявших большие коллективы ученых и инженеров.

В 1946–1955 г. Александров — директор Института физических проблем АН СССР. Здесь под его руководством, помимо традиционных для коллектива задач, был выполнен комплекс сложнейших работ, имевших большое значение для решения атомной проблемы.

Оценивая с позиций современности события прошлых лет, с трудом представляешь, что пришлось преодолеть поколению Анатолия Петровича, проби-



Во время деловой поездки в США. 1959 г.

вавшемся через годы величайших усилий и отречений, огромных материальных (и не только) потерь. Тем значительнее представляется победа ученых, воплощенная в 1949 г. в испытании отечественной атомной бомбы, знаменовавшем первый шаг к установлению стратегического ядерного паритета с США.

В 1948 г., когда Александров стал заместителем директора Лаборатории № 2 АН СССР (с 1949 г. — Лаборатория измерительных приборов АН СССР, с 1956 г. — Институт атомной энергии АН СССР, с 1960 г. — Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова), весь свой исследовательский талант, огромный опыт и энергию он направил на развитие ядерного реакторостроения. Здесь проявились его удивительная разносторонность и огромная широта знаний крупного ученого-физика: он организовывал работу конструкторов, технологов, материаловедов, электротехников, блестяще разбирался в ее деталях,

оценивал результаты. Любую конструкцию или проблему Анатолий Петрович понимал и видел не только в общих, важнейших чертах, но и в мельчайших подробностях. Такой подход давал уверенность в правильности принимаемых решений, такому подходу к делу он учил других.

Четкость и реальность выдвигаемых задач, разумная организация исследований, привлечение конструкторских и промышленных сил на ранней стадии работ и, наконец, передаваемая окружающим увлеченность позволяли Александрову избегать «подводных камней», связанных с проблемой внедрения научных достижений, и поддерживать со «смежниками» плодотворные и тесные связи.

Вместе с Курчатовым он закладывал фундамент в развитии основных направлений отечественного реакторостроения. Возглавив после смерти Игоря Васильевича в 1960 г. Институт атомной энергии, он

**Штаб реакторщиков
в кабинете директора
Института атомной энергии.
1968 г.**



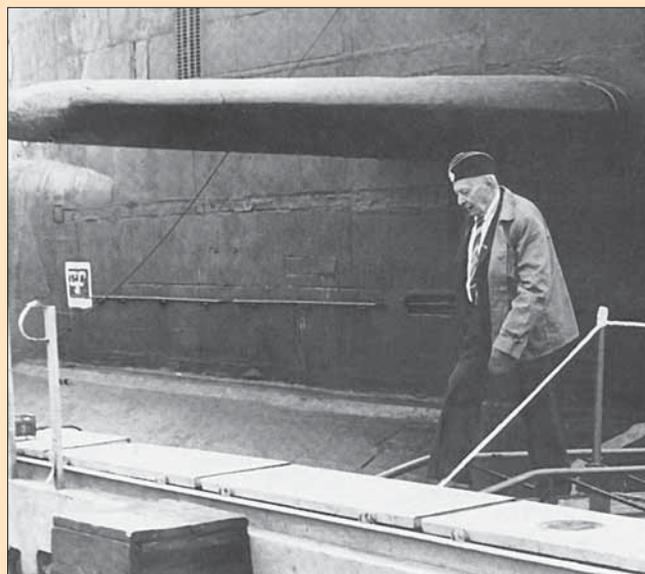
**На строительстве
Ленинградской АЭС. 1970 г.**

на протяжении трех десятилетий оставался научным руководителем важнейших программ по разработке и сооружению ядерных установок различного назначения.

Под его научным руководством созданы корпусные водо-водяные энергетические (ВВЭР) и каналные уран-графитовые реакторы большой мощности, установленные на большинстве атомных электростанций

Советского Союза. ВВЭРы были построены и продолжают действовать также в Болгарии, Венгрии, Словакии, Финляндии, Чехии. Это направление и сейчас весьма успешно развивается в России и за рубежом. АЭС с реакторами этого типа возведены по нашим проектам в Иране и Китае, сооружаются в Индии.

Александров внес большой вклад в создание серии исследовательских реакторов в научных центрах



*На атомной подводной лодке
Тихоокеанского флота. 1980 г.*

*В Институте машиноведения АН СССР
им. А.А. Благонравова (Москва). 1980-е годы.*

нашей страны, бывших союзных республик, а также в ряде зарубежных стран, обеспечивших широкие возможности для работ в области реакторостроения, нейтронной физики, радиационной химии, биологии и выполнения других задач. Под его научным руководством сооружали промышленные установки для наработки стратегических ядерных материалов — плутония, трития — и реакторы для работы в космосе.

Но ближе всего Анатолию Петровичу была техника для нашего флота. По инициативе Александрова и под его научным руководством в начале 1950-х годов развернулись работы по морским атомным энергетическим установкам. При этом практически параллельно шло создание таковых для боевых кораблей — подводных лодок и имеющих сугубо мирное назначение ледоколов. Анатолий Петрович непосредственно руководил пуском реакторов первого в мире атомного ледокола «Ленин» и первой советской АПЛ «Ленинский комсомол». Затем последовали новые, более совершенные разработки. Атомные ледоколы «Арктика», «Сибирь», «Россия» и другие позволили существенно расширить сроки навигации в полярном бассейне, приблизив ее к круглогодичной. Десятки АПЛ трех поколений, оснащенных мощным ракетно-ядерным оружием, стали одной из важнейших составляющих стратегического паритета, сложившегося между двумя сверхдержавами в годы «холодной войны».

Трудно переоценить вклад Александрова в создание российского атомного флота.

Необычайная широта научных интересов Анатолия Петровича ярко и плодотворно проявилась на посту директора Института атомной энергии им. И.В. Курчатова (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»), которым он руководил до 1989 г. Александров расширял сферы использования ядерных источников энергии в мирных целях (атомные станции теплоснабжения, ядерные энергоустановки для получения высокопотенциальной тепловой энергии для химической и металлургической промышленности), развивал исследования в области физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Особое внимание уделял фундаментальным направлениям, в частности молекулярной биологии и физике твердого тела.

В трудные для отечества 1950-е годы Анатолий Петрович вместе с Курчатовым поддержал слабые ростки зарождавшейся некогда науки — молекулярной генетики. Он предвидел огромные перспективы изучения молекулярных механизмов наследственности, создав у себя биологический отдел, позднее выделенный в самостоятельное подразделение (ныне Институт молекулярной генетики РАН) и затем ставший одним из ведущих центров молекулярных генетических и биологических исследований.

**На атомном ледоколе «Ленин»
с капитаном Борисом
Соколовым. 1989 г.**



**С референтом
Ниней Васильевной Вялковой. 1978 г.**

Постоянный интерес Александров проявлял к той области науки, которой сам занимался еще в молодые годы, — физике твердого тела. Он усиливался тем, что развитие атомной науки и техники ставило перед ней новые вопросы, одновременно давало в руки специалистов оригинальный инструментарий. В 1960-е годы Анатолий Петрович создал в Курчатовском институте отдел физики твердого тела с широким спектром экспериментальных и теоретических работ.

Александров обладал поразительным даром точно определять время, когда результаты фундаментальных исследований должны стать достоянием техники, а новая техника — обеспечивать возможности для дальнейшего приобретения знаний. Так, в начале

1960-х годов, предвидя успехи прикладной сверхпроводимости, он стал инициатором развертывания фундаментальных работ по физике низких температур и техническому использованию сверхпроводимости. А в 1980-е годы принял решение о создании источника синхротронного излучения, понимая его значение в фундаментальных физических и биологических работах, для решения прикладных задач.

Возглавляя огромный по численности и разнообразию решаемых научных и технических задач институт, Анатолий Петрович заботился не только о строительстве установок и финансировании работ, но, пожалуй, прежде всего — о сохранении в коллективе творческой и доброжелательной атмосферы. Это удавалось ему и в силу огромного человеческого обаяния, и



**С дочерью Машей
и сыном Юрием. 1990 г.**

внимательного, уважительного отношения к каждому сотруднику и его делу. Но главное, видимо, — в искренней увлеченности делом, неумной жажде познания, свежести восприятия, умении своевременно предвидеть, смело и решительно поддерживать новое. Понять теорию, осознать экспериментальные факты, разобраться с нетрадиционным подходом к какой-либо известной проблеме — все это было для него важно и интересно.

Широта взглядов, неистощимая любознательность, способность ухватить метод решения важной технической задачи из нового понимания физического явления или способ что-то измерить точнее и наряду с этим — огромный авторитет среди ученых, глубокое понимание инженерно-технических вопросов, искренняя доброжелательность к людям независимо от чинов и званий и вместе с тем требовательность и настойчивость — вот тот уникальный набор качеств, помогавших Анатолию Петровичу на протяжении многих лет успешно решать самые сложные и ответственные задачи, масштаб которых далеко выходил за рамки возможностей одного, даже очень крупного коллектива.

Именно эти особенности характера позволяли Александрову успешно сочетать огромную работу по руководству институтом и крупнейшими государственными научно-техническими программами с плодотворной общественной деятельностью в АН СССР, действительным членом которой он стал в 1953 г. В 1960 г. Анатолий Петрович вошел в состав Президиума, а в 1975-м был избран президентом АН СССР и оставался на этом посту до 1986 г. Имея богатейший опыт научного руководства и создания чрезвычайно сложных и ответственных технических объектов, он стремился использовать этот потенциал на благо народного хозяйства страны. Много сил было отдано

в надежде сломать ведомственные препоны, не раз он бросал на чашу весов свой авторитет.

Возглавив научное сообщество страны, Александров необычайно много сделал для координации усилий союзной и республиканских академий наук в области фундаментальных исследований, развития современной материально-технической базы, научного приборостроения и автоматизации эксперимента, эффективного использования потенциала академической науки в решении социально-экономических проблем страны. Легкий на подъем, он был готов ехать туда, где появилось что-то новое, ранее не известное — хотел найти ему приложение. Достаточно вспомнить, как активно поддержал Анатолий Петрович оригинальные работы по созданию эффективной вакцины против гриппа, начатые в ленинградском Институте ядерной физики им. Б.П. Константинова АН СССР (г. Гатчина, Ленинградская обл.).

Потенциал Академии наук все более активно включался в деятельность по ускорению общего научно-технического прогресса страны, охватывая микроэлектронику, вычислительную, аэрокосмическую технику, энергетику, медицину и сельскохозяйственное производство. По инициативе Александрова были начаты и получили успешное развитие совместные с промышленными предприятиями работы по наиболее актуальным направлениям металлургии и машиностроения — порошковой металлургии, лазерному, плазменному и ионному упрочнению деталей машин и механизмов, автоматизации процессов. Верный лучшим традициям отечественной науки, он старался сделать все возможное для продвижения прогрессивных направлений современного научного знания.

Долгий жизненный путь ученого не был устлан розами. Не все и не всегда удавалось. Были неудачи и



В кругу многочисленной семьи. 1990 г.

горькие переживания. Как большую личную трагедию воспринял Анатолий Петрович катастрофу 1986 г. на Чернобыльской АЭС. Хотя она произошла в результате немыслимо грубого нарушения режима эксплуатации, стало ясно, что реакторы этого типа недостаточно защищены от человеческой безответственности и халатности. Специалисты выполнили гигантский объем работ по ликвидации последствий аварии: реализовали мероприятия, повышающие безопасность действующих, строящихся и проектируемых АЭС, разработали основы нового поколения установок, самой физикой защищенных от человеческих ошибок.

Но тогда, 26 апреля 1986 г., Александров стоял перед фактом: в результате неконтролируемого разгона реактора мощностью 1000 МВт произошло разрушение его активной зоны. Неимоверно трудно осознать такое событие. Но надо было переступить через это и действовать в тяжелейшей ситуации. Можно только предполагать, как переживал Анатолий Петрович в те дни, но то, что он делал, видели все. Вот формула, по которой он действовал сам и учил других: «Нет мелочей. За все в ответе мы». Его кабинет в Институте атомной энергии стал аварийным штабом, местом, из которого осуществляли управление научными силами страны для решения неотложных задач. Отсюда, из кабинета Анатолия Петровича, направляли в Чернобыль лучшие научные и инженерные силы института и страны, передавали по ВЧ результаты расчетов, оценки, советы, приказы, посылали в Ленинград, Киев, Минск и другие города задачи, к решению которых должны были подключиться их научные центры. Сюда стекалась накапливаемая информация, превращаясь в технические задания, методики измерений, технические проекты, планы мероприятий и прочую документацию. Неоднократно

выезжал в Чернобыль и сам Анатолий Петрович. Для людей, занятых ликвидацией последствий аварии, каждая встреча с ним, отчет о сделанном, обсуждение ближайших и более отдаленных задач превращались в серьезную проверку на прочность и ответственность, в экзамен, выдержав который можно было быть уверенным в успехе задуманного.

Об этом человеке сложены легенды — о том, как он работал, как отдыхал (а делал это всегда вдали от «очагов цивилизации», где-нибудь на необитаемом острове в дельте Волги, любил охоту и рыбалку).

Рассказывают и о его удивительной работоспособности. Но это уже не легенда. До последних дней жизни (Анатолий Петрович умер 3 февраля 1994 г.), находясь на сравнительно спокойном посту почетного директора Курчатовского института, он не расставался с любимым делом. Допоздна не гас свет в его рабочем кабинете. С утра до вечера к нему приходили сотрудники института, моряки, ученые из Москвы и Питера, из самых отдаленных уголков России и ближнего зарубежья. Александров ставил задачи, обсуждал полученные результаты и планы новых работ. Он не мог жить по-иному.

Отдавая дань уму, таланту и благородству этого человека, все мы, близко знавшие и работавшие рядом с Анатолием Петровичем, надеемся и верим в то, что его жизнь и дела сохранятся в памяти грядущих поколений как достойный пример верности призванию, бескорыстного служения науке, неутомимого труда на благо народа, во славу Отчизны.

Иллюстрации из архива лаборатории научно-технической фотографии Курчатовского института и семейного архива А.П. Александрова



Анатолий Петрович Александров.

У ИСТОКОВ ВОЗРОЖДЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕНЕТИКИ

Доктор физико-математических наук Марк МОКУЛЬСКИЙ,
Институт молекулярной генетики РАН (Москва)

Главное достижение Анатолия Петровича Александрова — его вклад в создание ракетно-ядерного щита, благодаря которому наша страна сумела защитить себя от реально грозившей в конце 1940-х годов смертельной опасности.

На фоне этой жизненно важной для Родины сферы деятельности, требовавшей от Александрова энциклопедических знаний, недюжинных организаторских способностей и огромной отдачи сил, то дело, о котором пойдет речь, не выглядит таким значительным, но и о нем не стоит забывать: АП был одним из отцов-основателей молекулярно-биологических исследований в СССР.

Вернемся мысленно в далекое и «горячее» для Советского Союза время — 50-е годы XX в. Страна с огромным напряжением сил разворачивала атомную науку и промышленность. АП бесконечно много работал: реакторы и электростанции, ледоколы и подводные лодки, ракеты и самолеты с атомными двигателями (были и такие проекты!) и многое другое, чего мы не знаем до сих пор. Все это — области его ответственности. Напомним, в ту эпоху слово «ответственность» имело совсем не тот смысл, что сейчас. Не только власть торопила Анатолия Петровича, но и сам он прекрасно осознавал, что ход истории страны зависит от успеха его работы.

В этой, по существу чрезвычайной ситуации, внимание АП привлек такой факт: в мире родилась новая наука — молекулярная биология, и он начал еще одно дело...

В 1956 г. Анатолий Петрович, выступая на Президиуме АН СССР, призвал президента Александра Несмеянова доложить правительству об «аварийном

положении» в отечественной биологической науке и подготовке научных кадров. Выступление не имело видимых последствий, однако понимая государственное значение проблемы, АП не прекращал усилий.

Важнейшую роль в пробуждении интереса к молекулярной биологии сыграл Игорь Тамм — замечательный физик-теоретик, один из создателей водородной бомбы и инициаторов советской термоядерной программы. Он организовал в Институте атомной энергии научный семинар, где выступали отечественные биологи (частично безработные, уволенные в свое время за «менделизм-морганизм»*), рассказывавшие

*«Менделизм-морганизм» — термин, употреблявшийся сторонниками «мичуринской биологии» (псевдонаучного направления, основателем которого был президент ВАСХНИЛ Трофим Лысенко) для обозначения классической генетики, характеризовавшейся ими как «реакционная буржуазная лженаука». Название образовано от имен австрийского ботаника Грегора Менделя (1822–1884) и американского биолога, лауреата Нобелевской премии 1933 г. Томаса Морган (1866–1945) — основоположников современной генетики (*прим. ред.*).



В Мемориальном доме-музее И.В. Курчатова в день 85-летия Игоря Васильевича с академиком Юлием Харитоном и министром среднего машиностроения Ефимом Славским. 1988 г.

по зарубежным материалам о нуклеиновых кислотах, двойной спирали ДНК, структуре белка и т.п.

Удручающее отставание нашей науки становилось очевидным. Однако партия и правительство в то время полностью поддерживали «науку» Трофима Лысенко и пресекали все попытки делать что-то, с чем он был не согласен. Даже академик Игорь Курчатov — самый влиятельный в то время ученый, защищенный созданной им «ядерной продукцией»*, получил от лидера партии Никиты Хрущева отказ и резкую отповедь за попытку вмешаться в биологические дела.

Странное дело! Много разного сказано о «вожде всех времен и народов» Иосифе Сталине — человеке, руководившем Советским Союзом до 1953 г. Но при этом все пишущие о нем признавали: его методы управления были эффективны в том смысле, что он достигал поставленных им самим целей, не стесняясь в средствах. Он мог «заключить союз с дьяволом» и принять на вооружение все, что могло принести ему успех: безошибочно уловил стратегическую важность ядерного оружия и ракет, развернул в полуразрушенной войной стране огромную работу, но почему-то невзлюбил понятие «ген» и все, что с ним связано. Нормальный человек не мог объявить генетику «неприемлемой по идеологическим причинам» и начать искоренять ее всеми средствами. Эта наука уже тогда была очевидно полезной — она создавала основу для решения задач сельского хозяйства, а в перспективе — и для медицины. При этом не претендовала на политическую роль, не была союзницей философского идеализма. Как случилось, что компания проходивцев во главе с Лысенко сумела обмануть «вождей», жесткого прагматика, принципиально не верившего никому? Странность этого феномена еще усилилась,

*См.: Р. Кузнецова, В. Попов. Научное наследие академика Курчатова. — Наука в России, 2012, № 6 (прим. ред.).

когда ненависть к генетике унаследовал следующий наш руководитель — Хрущев, с энтузиазмом «разоблачивший» своего предшественника, но продолжавший преследовать генетиков. Иногда эту историю объясняют отсутствием у ее творцов образования и культуры, но это неубедительно — их необразованность (а она имела место) не помешала им принимать вполне разумные решения по другим сложным, в том числе научным, проблемам. Видимо, ответа на вопрос, как это случилось, мы не получим никогда.

Сегодня трудно представить, что в конце 1950-х годов важным условием для создания в СССР молекулярно-биологической «ячейки» было сокрытие от власти ее истинных задач. Даже АН СССР — могущественная система, с которой власть была вынуждена во многом считаться, не могла «открыто» создать Институт молекулярной биологии и сначала (в 1959 г.) он появился под названием «Институт радиационной и физико-химической биологии».

Однако вернемся в 1956 г. Получив отпор, ядерщики не прекратили усилий. И в 1958 г. АП вместе с Курчатовым подготовили Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О работах в области биологии и радиобиологии, связанных с проблемами атомной техники». Документ, адресованный Министерству среднего машиностроения — самому секретному тогда атомному ведомству, — преследовал одну цель: «объединить усилия физиков, химиков и биологов для изучения биологических процессов», т.е. развернуть в стране молекулярно-биологические исследования.

Это стало хорошей основой для работы. В том же году в Институте атомной энергии (ИАЭ) начали формировать, по сути, молекулярно-биологические лаборатории. Вышел приказ о создании радиобиологического отдела (РБО) и строительстве для него двух зданий. Здесь надо помянуть добрым словом Ефима

На отдыхе.

Славского — тогдашнего министра среднего машиностроения, активно поддержавшего начинание, конечно, с подачи Курчатова и Александрова. Первым начальником РБО стал Виктор Гаврилов — физик, четырежды лауреат Сталинской премии, прежде работавший у главного конструктора первой советской атомной бомбы академика Юлия Харитона*. Он был прекрасным организатором, искусственным в «научно-бюрократической» деятельности, а также самоотверженным, увлеченным тружеником. Лабораториями руководили биологи-генетики Сос Алиханян, Роман Хесин, Юрий Лазуркин, Кирилл Михайлов и Соломон Ардашников, единственный среди перечисленных радиобиолог. Предмет изучения — близкие к практике генетика и селекция микроорганизмов, а также вполне фундаментальные темы — энзимология генетических процессов, физика биополимеров, цитология. Однако работы в области радиобиологии и радиационной физики полимеров скоро завершились, и в начале 1960-х годов РБО стал активно функционирующим молекулярно-биологическим учреждением**, уже в 1965 г. организовавшим первую научную конференцию.

Отметим, создавая отдел, АП сразу уловил существование соблазна целиком погрузиться в «чистую науку», и поэтому настойчиво проводил в жизнь свою программу: всегда иметь в структуре подразделения, дающие прямой прикладной выход.

Упомянем здесь о двух из таких. На основе одного в 1978 г. был создан НИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов, ставший научным центром нового тогда ведомства — Главмикробиопроба. Другим направлением стало создание методов производства радиоактивно меченных веществ для исследовательских и медицинских целей. Идею его развил в РБО, принадлежавшую Гаврилову, сразу подхватил АП: в 1961 г. с этой целью построили первую в стране установку для внесения тритиевой метки в биологические препараты и начали поставлять их в другие институты. АП часто посещал лабораторию, поддерживал ее материально и морально. За прошедшие 50 лет здесь произвели сотни меченных тритием биохимических соединений и субклеточных структур. Расширив круг интересов и включив в него изучение и синтез физиологически активных соединений, имеющих большую фармацевтическую ценность, лаборатория занялась производством и поставками высокотехнологичных лекарств XXI в. на основе пептидов***. Сейчас эти работы (с 1972 г. коллективом руководит академик Николай Мясоедов) пользуются мировой известностью и существенно пополняют бюджет Института молекулярной генетики РАН.

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

**См.: С. Костров, В. Тарантул. Трудные пути молекулярной генетики. — Наука в России, 2008, № 5 (прим. ред.).

***См.: Н. Мясоедов. Эффект семи аминокислот. — Наука в России, 2008, № 5 (прим. ред.).



Однако в начале 1960-х годов жизнь РБО не казалась безоблачной. Отдел остро нуждался в современных приборах и реактивах, т.е. в валюте, а получать ее от Минсредмаша, так и не полюбившего явно «неродной» ему коллектив, было трудно. Ситуация требовала постоянной поддержки АП, и он ее оказывал. Без нее РБО существовал бы, вероятно, недолго.

Так, в 1965–1966 гг. была предпринята попытка (как ни странно, изнутри) перестроить отдел в нечто иное с радиотехническим уклоном, однако Анатолий Петрович оказался «на страже», принял решительные меры, и РБО сохранил свое молекулярно-биологическое лицо.

Времена менялись. Вскоре «темные силы», подавлявшие генетику, сгинули, и в стране стали появляться новые институты этого направления. Пребывание РБО в Минсредмаше уже не диктовалось соображениями безопасности, и АП в 1970 г. решил превратить отдел в академический институт. Изучив конъюнктуру, он даже предложил название — Институт молекулярных основ генетики и вирусологии АН СССР. Но, посмотрев на аббревиатуру «ИМОГИВАН», передумал, и тогда родилось нынешнее название — Институт молекулярной генетики.

Процесс «превращения» начался с письма председателя Совета Министров СССР Алексею Косыгину, сочиненному АП за 20 минут. Дальнейшие стадии (а следовало получить 14 виз) проходили медленнее. Анатолий Петрович был крупной фигурой государственного масштаба, отказать ему прямо никто не осме-

ливался, поэтому предварительное согласие мы получили, хотя сопротивлялись, видимо, все: Государственный комитет по науке и технике СССР, Отдел науки Совета Министров СССР, Хорошевский райком партии, Отделение биохимии АН СССР и т.п. В результате в октябре 1975 г. Управление делами Совета Министров сообщило мне «с чувством удовлетворения», что принято решение институт не создавать, а дело поместить в архив. Казалось, поставлена точка. Однако небеса рассудили иначе — на другой день (странная игра судьбы!) стало известно, что АП скоро станет президентом АН СССР. И это действительно произошло! «Государственная машина» снова пришла в движение и быстро (всего за полтора года) наш институт появился. «Дай бог, чтобы не стало хуже», — напутствовал нас Анатолий Петрович в момент перехода в академию.

«Отплыв от берега» мощного Минсредмаша, молодой коллектив оказался в компании других новых, но уже набравшихся академического опыта институтов, тоже нуждавшихся в ассигнованиях. Можно было и захиреть, но АП знал толк не только в науке и технике, но и в приемах административной самообороны. Под его диктовку было написано историческое (для нашего коллектива) Совместное решение Минсредмаша и Президиума АН СССР от 1 июня 1977 г. о передаче РБО в академию в статусе Института молекулярной генетики. Согласно этому документу за ним сохранили оба здания и право пользования службами Института атомной энергии — от ведомственной медсанчасти и столовой до вычислительного центра и мастерских. Первое время в недрах ИАЭ не раз возникали попытки «отнять» у нас, например, здания, но преодолеть мудрое Совместное решение никто не смог. Теперь между Курчатовским и нашим институтом полное взаимопонимание и дружба, и мы всегда будем благодарны «старшему брату» за отеческую и материнскую помощь.

В XXI в. Институт молекулярной генетики РАН продолжает активно заниматься фундаментальными и прикладными задачами, хотя значительная часть наших воспитанников — научных кадров «продуктивного возраста» — расселилась по Земле от стран СНГ до Новой Зеландии и трудится на хороших должностях на благо уже мировой науки.

Молекулярной биологии, которой еще в 1950-х годах заинтересовался АП, суждено было преобразовать медицину и сельское хозяйство и в значительной мере определить лицо цивилизации XXI в. И это уже происходит. Успехи дисциплины огромны. Она открыла человечеству мир структур и процессов, существующий в масштабах от ангстрема до микрона (от атома до клетки), о деталях которого почти ничего не знали 60 лет назад, хотя было ясно, что именно там и разыгрываются самые интересные стадии биологических метаморфоз. Выяснение принципов передачи наследственной информации, определение структуры и механизмов синтеза белка называли тогда главными задачами науки о живом. Теперь эти механизмы в значительной степени изучены и описаны с огромным количеством деталей и, конечно, было бы справедли-

во включить их в Стандартную модель мира, построенную физиками и астрономами к концу XX в. Она пока не содержит понятия «жизнь», однако можно утверждать, что гносеологическая важность открытий, сделанных в молекулярной биологии в XX в., сравнима с астрономическими достижениями, породившими сегодняшние представления о Большой Вселенной.

Молекулярная биология сулит огромные практически важные перспективы. На фундаментальные и прикладные исследования в этой области в мире тратят гигантские деньги (близкие по масштабу к бюджету целой страны), созданы сети фирм и всевозможные высокие технологии, рекламируются интригующие (и пугающие) всех клонирование и генно-модифицированные продукты. Но что-то ученые наверняка делают и в глубокой тайне...

Анатолий Петрович как мыслитель понимал «природу вещей» в старинном смысле этих слов. Ему было ясно, что самая большая загадка (и самая близкая людям) — феномен жизни. Молекулярную биологию он считал прямым путем к решению проблемы «что такое жизнь с точки зрения физика», говорил о создании в будущем теоретической биологии, в основе которой лежали бы физика атомов и молекул. Но понимал и другое: время для нее еще не пришло.

Как физик, инженер, организатор, Александров всю жизнь заботился о сотрудничестве науки с промышленностью и Вооруженными силами страны. Иногда мне доводилось (случайно) присутствовать при его телефонных разговорах с крупными военными руководителями (например, с начальником штаба Сухопутных войск или близкой по рангу фигурой). Разговор шел на условном языке — «изделие», «продукт», но в целом можно было что-то понять, уяснить масштаб проблем и затрат, и тогда мне хотелось забрать свою очередную просьбу и тихо выйти из кабинета, чтобы не отвлекать государственного человека и ресурсы на скромные молекулярно-биологические нужды.

А еще АП был воспитателем. Самоотверженным служением стране, широтой образования, чувством ответственности за все, наконец, благородной манерой поведения он подавал прекрасный, но чрезвычайно редкий пример всем, с кем работал.

Поразительно велико количество наград, полученных Анатолием Петровичем за долгую жизнь. Эта цифра, по-видимому, рекордна для людей его профессии и близка к числу знаков отличий для коронованных особ и маршалов. Понятие правительственной награды за последние 60 (а может быть, 100 или 150) лет несколько девальвировалось, однако парадный портрет АП при всех орденах выглядит хотя и необыкновенно, но приятно для всех, кто его знал. На нем запечатлен эпический герой, щедро украшенный знаками благодарности нашей и других стран. Когда-то у нас снова появятся такие герои?!

Иллюстрации из архива лаборатории научно-технической фотографии Курчатовского института и семейного архива А.П. Александрова

АЛЕКСАНДРОВСКИЙ СТИЛЬ



С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РЕАКТОРЩИКОВ

Академик Николай Хлопкин:

«А.П. Александров приучал реакторщиков к детальному и постоянному участию в решении конструкторских проблем, учил видеть инженерные особенности морских установок и владеть ими, знать не только физику, но и технику, тщательно разбираться в чертежах и схемах, относящихся к ядерной энергетической установке, знать ее оборудование, так как считал, что объединение расчетной, экспериментальной и конструкторской деятельности приносит важные результаты. Сам он внимательно изучал чертежи, особенно если возникали проблемы в конструктивных решениях. Внимание к деталям — важная черта Анатолия Петровича. Он учил не пренебрегать мелочами, за которыми может скрываться совершенно неожиданный результат.

Знание и возможности разбираться в чертежах и схемах создавали у сотрудников условия для общего языка с работниками КБ и заводов: достаточно было сообщить, что прибыли по поручению А.П. Александрова, и вопросы решались без всяких проволочек.

Анатолий Петрович каждому находил дело по плечу, умел заинтересовать сотрудника и побудить к творческому труду. Он обладал удивительной проницательностью и сразу определял способности и возможности человека: что можно ожидать от него на том или ином месте. И редко ошибался».

**Кандидат технических наук Евгений Бурлаков,
кандидат физико-математических наук
Александр Калугин (1938—2010):**

«А.П. Александров, являясь научным руководителем промышленных реакторов, принимал самое непосредственное участие в вопросах их проектирования, пуска и эксплуатации.

Как-то раз на комбинате № 817 (ныне Производственное объединение «Маяк», г. Озерск Челябинской области. — *Прим. ред.*) обсуждалось состояние одной из внутриреакторных конструкций (дело происходило в середине 1960-х годов, то есть через пятнадцать лет после пуска уран-графитовых реакторов типа «АВ»). Вся беда была в том, что обсуждаемый узел находился в абсолютно недоступном месте, и можно было только гадать, что с ним случилось после стольких лет эксплуатации. Неожиданно Анатолий Петрович, до сих пор молчавший, сказал: «А на отметке минус 15,5 м должна быть трубка, через которую туда можно залезть». Работники завода бурно возражали, говоря, что они участвовали в монтаже реактора, и что никакой трубки

**Академик Анатолий Александров
(президент АН СССР в 1975–1986 гг.),
член-корреспондент АН СССР Василий Емельянов,
академики Мстислав Келдыш
(президент АН СССР в 1961–1975 гг.)
и Александр Несмеянов (президент АН СССР в 1951–1961 гг.).**



В кабинете Анатолия Петровича в Курчатовском институте. Слева направо: член-корреспондент РАН Николай Черноплеков, академики Спартак Беляев и Юрий Нестерихин, член-корреспондент АН СССР Исая Гуревич, академик Анатолий Александров. 1983 г.

в этом месте нет. Но когда принесли чертежи, трубка оказалась на указанном АП месте. Так создавался авторитет научного руководителя».

Доктор технических наук Амир Амаев:

«Большая скромность Анатолия Петровича всем хорошо известна, но хотелось бы привести несколько примеров. Для обеспечения защиты внутренней поверхности корпусов реакторов судовых ядерных паро-производительных установок наносится антикоррозионный лакирующий слой из аустенитных нержавеющей сталей. Эта операция весьма трудоемкая, сложная и тяжелая. В 1962 г. возникло предложение трех академиков — А.П. Александрова, Б.Е. Патона и Н.А. Доллежалы — по созданию корпуса реактора в штампо-сварном исполнении, то есть с нанесением лакирующего слоя непосредственно при металлургическом цикле изготовления корпуса.

После завершения экспериментальных работ в Институте электросварки им. Е.О. Патона (ныне входит в Национальную академию наук Украины. — *Прим. ред.*) и на Мариупольском заводе из Киева от Б.Е. Патона прибыла группа ведущих специалистов для изложения результатов. После завершения обсуждения начальник отдела Института электросварки достал заполненные бланки заявок на изобретение, где А.П. Александров значился одним из авторов этого изобретения. Однако тот в очень деликатной форме отказался подписать, а меня попросил задержаться после ухода гостей. Анатолий Петрович мне сказал, видимо, то, что не хотел говорить при гостях: «Амир, я в силу занимаемого положения обязан заботиться об усовершенствовании разработок и внедрении новейших достижений в практику. Заявку на изобретение пускай оформляют другие, это их право, без меня».

Этот случай нежелания А.П. Александрова быть соавтором я запомнил навсегда и рассказываю о нем многим сотрудникам других организаций, где, как правило, не бывает изобретений и статей без авторства руководителей».

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОНСТРУКТОРОВ

Академик Игорь Спасский:

«При создании самой глубоководной лодки «Комсомолец» мы долго не могли выбрать конструктивное исполнение циркуляционной трассы. Резко увеличенная глубина погружения вызывала у нас опасения в одноконтурном исполнении этой трассы, поэтому был разработан альтернативный двухконтурный вариант. Он, конечно, потянул за собой общее усложнение этого узла, увеличение его массы и некоторое снижение КПД, однако живучесть системы существенно повышалась и давала возможность использовать оборудование серийно изготавливаемых паро-производящей и паротурбинной установок.

Лагерь подводников в выборе вариантов разделился пополам. При очередном приезде АП в «Рубин» (Центральное конструкторское бюро морской техники, Санкт-Петербург. — *Прим. ред.*) мы решили его использовать как арбитра. После нашего доклада он долго сидел и смотрел в одну точку, а потом сказал: «Думаю, что в данном случае предпочтение надо отдать двухконтурному варианту». Вежливо, без нажима и достаточно ясно. Мы так и сделали!».

Академик Федор Митенков:

«Для Анатолия Петровича было характерно обостренное чувство нового. Он умел разглядеть на самой ранней стадии какого-либо нового предложения значимость последствий его решения и в первую очередь вокруг этого строил беседу, обсуждение с авторами, задавая вопросы, высказывая замечания, сомнения, порой нарочито их обостряя, но не настаивая на них.

Так, для успешного решения одного из заданий в ОКБМ (Опытное конструкторское бюро машиностроения, г. Нижний Новгород. — *Прим. ред.*) родилась идея создания герметичного асинхронного турбогенератора на стандартные параметры теплоносителя первого контура реактора.

Предварительный информационный анализ показал, что попытки создания негерметичных асинхронных турбогенераторов небольшой мощности имели место еще в 30-х годах XX столетия, но сколь угодно широкого распространения они не получили. Начальный этап технической разработки показал, что новым в создании такой системы является не только собственно конструкция герметичного асинхронного турбогенератора, но и специфическая система управления, регулирования.

...Зная широкий кругозор, эрудированность Анатолия Петровича, я мог рассчитывать либо на то, что по каким-то соображениям он отвергнет наше предложение, либо найдет возможным поддержать его, что позволит ОКБМ развернуть работы...



На митинге, посвященном
пуску Токамака-10. 1975 г.

Анатолий Петрович выслушал меня, посмотрел наши картинки и, сказав: «Интересно», связался с академиком И.А. Глебовым, коротко проинформировал его о нашем предложении и выслушал реакцию последнего. Положив трубку, сказал: «Игорь Алексеевич говорит, что этой задачей занимались довольно плотно лет 30–35 назад, но ничего путного не получилось». Немного помолчав, добавил: «Давайте посмотрим поглубже». Последующие работы, включая теоретические, проектные, сооружение представительных стендов, изготовление опытного образца герметичного асинхронного турбогенератора, проведение экспериментов и испытаний, подтвердили его работоспособность и проектную эффективность».

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФЛОТОВОДЦЕВ

Контр-адмирал Александр Усыскин (1908–1999):

«В личности этого человека гармонично слились широкий кругозор физика, изобретательность конструктора, практичность технолога. И лучший тому пример — создание атомного флота, когда со всей полнотой раскрылся новый тип организатора в науке: он и крупный теоретик, и инженер, и научный руководитель государственного масштаба. При непосредственном участии А.П. Александрова сконструирована и построена судовая ядерная энергетическая установка для атомного ледокола «Ленин».

Не все шло гладко с освоением атомной энергетики. Приходили тревожные телеграммы с просьбой помочь в решении той или иной задачи. Все эти «сигналы» доходили лично до Анатолия Петровича. Немедленно — командировка, и через несколько часов в каюте инженера-механика, а то и прямо у неисправного механизма, разложив на коленях рабочий чертеж, академик с промышленниками и моряками ищет причину неполадки. Добрую улыбку вызывали у него слова матросов: наш флотский академик...

Его не назовешь кабинетным ученым, занятым лишь узким кругом проблем. Понимая, что задуманное им и другими не приходит само собой, он часто и охотно выезжает в командировки на заводы, в институты, конструкторские бюро. Это могут быть и Средняя Азия, и Сибирь, и Владивосток, и Сахалин, и Камчатка, и Магадан... Распорядок дня у Анатолия Петровича не по хронометру. Бывает, и прождешь часок в приемной. Но зато, войдя в кабинет и спросив, каким временем располагаешься, услышишь в ответ: «Сколько потребуется»...

Анатолий Петрович относится к категории ученых, которые обладают завидным умением излагать научную идею или научно-техническое содержание вопроса не только обоснованно. Но просто и ясно. Он не выносит мудреную псевдонаучную терминологию и любит живую человеческую речь. Если в споре с ним вместо аргументации используют горячность, он спокойно скажет: «Не генерируйте» или «Не будем бить стекла».

Бывает Анатолий Петрович и раздраженным. Чаше всего причина тому — просьбы о приобретении какого-нибудь оборудования за рубежом. Тогда можно услышать такой диалог:

— Что, нет своего?

— Пока с такими характеристиками не производят, — защищается просящий.

— Не умеют или не хотят? — уточняет президент.

— Хотя, но...

— Не привыкайте покупать, — наступает Анатолий Петрович. — Мы сами в состоянии делать. Лучше делать! Заметьте это. Лучше!».

Вице-адмирал, доктор технических наук Михаил Будаев (1926–1996):

«Новое, особенно принципиально новое, всегда дается с трудом и иногда, к великой нашей скорби, уносит человеческие жизни. Корабельная ядерная энергетика не является в этом плане исключением.

В июле 1961 года произошла тяжелая авария энергетической установки на подводной лодке К-19, первой АПЛ, вооруженной баллистическими ракетами. Ситуация была тяжелой, крайне неординарной, требовались новые, не встречавшиеся в практике решения. Мы, эксплуатационники, вздохнули с облегчением, когда прилетел АП и со свойственным ему спокойствием, рассудительностью и доброжелательностью взял в свои руки разработку необходимых мероприятий по обеспечению безопасности и ликвидации последствий аварии.

Мне еще раз на собственном опыте пришлось убедиться, что АП не только выдающийся ученый, но и не менее знающий инженер. К-19, как представляющая по обстановке весьма серьезную опасность, была поставлена на бочки в небольшой бухте в отдалении от основного пункта базирования подводных лодок. Поздно ночью я с группой специалистов в очередной раз проверил состояние подводной лодки. Зная беспокойство Анатолия Петровича, решил, если он не спит, доложить результаты проверки. АП не спал. По моему докладу он задал ряд вопросов, в том числе о режиме работы одного из насосов. А именно его я в проверке упустил. Сгорая от стыда (вот тебе и флагманский инженер!), быстро-быстро ретировался и вновь катером на подводную лодку — проверять работу этого проклятушного насоса, а заодно и еще раз все остальное...

Моряки — народ «зубастый», склонный к шутке и иронии. От этого качества часто доставалось различным, в том числе и высокопоставленным, начальникам. Но никогда, нигде и никто не позволял пустить какую-то шутку в отношении АП. Напротив, цитирование его высказываний, его метких слов, его советов сопровождалось только восхищением...

Чуждый всякой патетики и особенно восхвалений в свой адрес, АП мог охладить одной фразой восторженные речи. Был такой случай. После одной из бесед с моряками мы решили преподнести АП сувенир — макет подводной лодки, изготовленный руками моряка. Во время этой «церемонии» один из ораторов (именуемый в нашей среде «златоустом») большую часть своей речи посвятил восхвалению АП... АП поморщился и даже несколько грубовато произнес: «Я за это деньги получаю». Реплика подействовала как «холодный душ». Был преподан предметный урок скромности и умеренности в высказываниях».

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКОВ

**Доктор физико-математических наук
Вячеслав Стрелков:**

«Хотя физика горячей плазмы и термоядерные исследования никогда не были в сфере личных научных интересов А.П. Александрова, тем не менее он активно содействовал развитию экспериментальных работ в этой области...

На токамаках это особенно ярко проявилось в начале 1970-х годов в период сооружения и пуска установки Т-10. Стиль работы Анатолия Петровича в

те годы характеризовался тезисом «живое дело пробыет себе дорогу».

Было бесполезно писать какие-либо докладные записки на его имя или оставлять в секретариате подготовленные письма за его подписью. Эти бумаги могли вечно лежать среди большой кипы у него на столе. Но если вам удавалось добиться аудиенции у Анатолия Петровича, то положение дел резко менялось. АП целиком углублялся в проблему, внимательно читал бумаги, найденные на столе его секретарем, смотрел чертежи, обсуждал решения. И горе вам, если вы не могли сходу ответить на простые вопросы. Например, на вопрос АП, сколько весит балка магнитопровода Т-10, мой ответ «В зале планируется 50-тонный кран и этого хватит» явно его не удовлетворил. Он прикинул вес, исходя из размеров магнитопровода, и только после этого согласился со мной.

Подробно обсудив вопрос и уже приняв для себя определенные решения, АП брался читать и формулировать письма в министерства, обращения на заводы и прочие. Все бумаги, как правило, после этого сразу же перепечатывались, подписывались и отправлялись. Такие обсуждения длились значительно дольше запланированного времени, но время терялось не зря, конечный результат был всегда положительным.

При проектировании Т-10 мнение и авторитет Анатолия Петровича сыграли решающую роль в выборе типа источника питания электромагнитной системы установки. Он решительно высказался в пользу нестандартного в то время прямого питания от сети, а его обращение в «Мосэнерго» позволило получить разрешение на потребление импульсной мощности до 230 МВА (мегавольтампер) в течение семи секунд; 200 мегаватт мощности — это энергопотребление города районного масштаба с населением 50–70 тыс. человек, и импульсное потребление такой мощности могло вызвать серьезные трудности в московской энергосистеме. Во всяком случае, иностранные специалисты, узнав о принятом решении, озабоченно спрашивали, а не будет ли моргать свет в Кремле. Пуск Т-10 и получение в ней первой плазмы в середине 1975 г. были произведены точно в запланированные сроки и на один месяц раньше пуска схожей с Т-10 американской установки РЛТ в Принстоне».

**Член-корреспондент РАН
Николай Черноплеков (1930–2008):**

«Трудно сказать, когда в Курчатовском институте были начаты работы по физике твердого тела, но несомненно одно: задолго до того, как они получили официальное «гражданство» в форме ОФТТ (отдела физики твердого тела. — *Прим. ред.*), а позже и других специализированных подразделений. Институт уже имел прекрасные традиции твердотельских исследований. Они, естественно, были внесены основателем института И.В. Курчатовым и его сподвижниками А.П. Александровым и И.К. Кикоиным. Ими еще до войны были осуществлены внесшие значительный



**За содружество науки и флота.
С главнокомандующим ВМФ СССР
адмиралом флота Сергеем Горшковым.**

вклад в мировую науку фундаментальные исследования в различных областях физики твердого тела, принесшие им заслуженное признание научной общественности...

Мне трудно объяснить причину этого приятного для сотрудников ОФТТ обстоятельства, что АП с самого начала деятельности отдела проявлял к нему искреннюю заинтересованность и заботу, которые сохранил до конца своей жизни. По существу, по отношению к отделу он был тем главным режиссером, который не появляется на сцене во время спектакля, но без которого приличного спектакля могло не получиться. Он достаточно регулярно, несмотря на свою чрезвычайную загруженность, принимал меня одного или с коллегами по вопросам жизни отдела, но требовал, чтобы непременно разговор начинался с рассказа о научных и технических результатах, полученных в основных направлениях деятельности, о появившихся новых идеях и предложениях. Если проводился какой-либо уникальный эксперимент или вводилась в строй новая экспериментальная установка, расширяющая возможности исследований, он приезжал и обстоятельно знакомился на месте. Авторы получали при этом немало полезных советов и замечаний и, если было необходимо, то и конкретной помощи с привлечением высших достижений отечественных техники и промышленности, с которыми АП, как правило, был хорошо знаком, и включением в реализацию этой помощи (и, как правило, неизбежным) высокого начальства, вплоть до Предсовмина...

Как и со многими в институте, отношение АП со мной и рядом других сотрудников ОФТТ не было сугубо формальным. Хотя и не часто, но регулярно, раза два в год, он специально вечером заезжал в отдел. Я очень любил эти встречи, конечно, непродолжительные, но зато без перерывов на многочисленные телефонные звонки, без тягостного давления ожидающих в приемной, когда что-нибудь обсу-

ждаешь с АП, находясь у него в кабинете. Чаше разговор шел по сути, без дипломатии, о результатах и перспективах развития исследований, о людях и их росте. АП обычно демонстрировал достаточно обстоятельную информированность о состоянии дел в ОФТТ. Он придавал большое значение правильному построению отношений между сотрудниками, и особенно между смежными организациями, и на многих примерах показывал, как трудно наладить доверительные деловые отношения и как легко, даже малой некорректностью, их разрушить. Это были своего рода мини-уроки, блестяще иллюстрированные, как это умел делать АП, многочисленными житейскими примерами и непременно с юмором...

Такие вечерние посещения АП не были привилегией ОФТТ. Он посещал в умиротворенное вечернее время, время без непрерывных телефонных звонков и настойчивых посетителей, и другие подразделения института. И для всех эти посещения были существенным моментом, создававшим доброжелательную и творческую атмосферу для работы в Курчатовском институте...

Придавая большое значение гармонизации внутринститутских отношений, особенно между представителями фундаментальных и прикладных направлений исследований, а также доброжелательной смене поколений, которая стала насущной проблемой для института в 1960-е годы, АП, что было достаточно неожиданно для меня, принял предложение об участии в неформальных встречах между молодыми тогда представителями реакторных направлений (Н.Н. Пономарев-Степной, В.А. Сидоренко, Е.П. Рязанцев) и разновозрастными представителями физиков (И.И. Гуревич, Ю.М. Каган, В.М. Галицкий и автор этих строк). Встречи проходили в домике И.В. Курчатова, где сама обстановка заставляла участников оставлять все мелочное за порогом дома и напоминала об ответственности за сохранение и развитие наследия И.В. Курчатова: широкого и обосно-



ванного научного поиска непременно на мировом уровне и таких же доводимых до конца научно-технических разработок. Состав участвовавших во встречах постепенно расширялся за счет Б.Б. Кадомцева, Н.С. Хлопкина и других ведущих сотрудников, обеспокоенных судьбой Курчатовского института. Обсуждались, как правило, наиболее важные и болезненные вопросы жизни института и его связей с внешним миром. Обсуждения были откровенными, иногда горячими, но всегда в «парламентских» рамках. Решение на этих встречах не принималось, а выработывалось взаимопонимание, и АП получал дополнительный к официальному материал для размышления и принятия решений...

При обсуждении фигуры АП часто задают вопрос о его отношениях с властью. Вроде бы он был ею уважаем и даже обласкан. Конечно, этот доброжелательный и скромный человек, глубокоэрудированный и остроумный, интеллигентный, а при необходимости решительный, проще говоря, этот статный и лысый красавец, безусловно, вызывал уважение у всех людей, которые в человеческом общении руководствуются нормальными принципами. АП не терпел славословия в свой адрес и плохо относился к его авторам. Как мне известно, за исключением приобретения бронированных билетов в случае срочных командировок, он не пользовался депутатскими и цеховскими льготами и т.п. А вот любил ли он власть? Не хотелось бы повторять уже ставшие банальными определения, что власть развращает, что она цинична и т.д. Как я понимал, АП любил свой народ, он любил свою науку и свой институт и делал все, что от него зависело, чтобы наука служила народу и делала его жизнь более защищенной и человеческой. Он не мог себе позволить стоять в стороне от проблем своей страны. Поэтому он имел нормальные человеческие и рабочие отношения с теми представителями власти, которые по своим убеждениям

В музее Центрального бюро морской техники «Рубин» (Ленинград) с генеральным конструктором академиком Игорем Спасским. 1987 г.

были близки ему, а по своим действиям способствовали позитивным изменениям в стране в общечеловеческом понимании. С другими же по возможности он старался не иметь дела».

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РУКОВОДСТВА РАН

Лауреат Нобелевской премии 2000 г., вице-президент РАН, академик Жорес Алферов:

«В годы его президентства (1975–1986) мне приходилось встречаться с АП и в Москве, и во время его довольно частых приездов в Ленинград. Должен сказать, что мы имели уникального президента Академии наук СССР. Огромный авторитет ученого, инженера и государственного деятеля он использовал в полной мере для развития фундаментальных и прикладных исследований в нашей стране. Я бы отметил два особо ценных качества: во-первых, в любом обсуждении проблемы вы сразу чувствовали его интерес к делу, я бы сказал, именно к делу, к его научной и государственной важности, без какой-либо конъюнктурной заинтересованности; во-вторых, АП ценил в людях прежде всего бескорыстное служение науке и стране и умел находить и поддерживать порядочных, честных и способных людей.

Анатолий Петрович в свои президентские годы часто говорил, что он выполняет функцию «свахи», сводя ученых с новыми результатами, с той или иной промышленной организацией, где эти результаты наиболее эффективно могут быть применены. Рекомендации АП очень часто были безошибочны, и можно было только снова удивляться его памяти, терпению и редкой интуиции».

Председатель Сибирского отделения АН СССР (1975–1980 гг.), президент АН СССР (1986–1991 гг.), академик Гурий Марчук:

«Михаил Алексеевич Лаврентьев — создатель Сибирского отделения и его первый председатель — ушел на пенсию, и научное сообщество избрало меня новым председателем СО АН СССР. Это была почетная, но тяжелейшая работа, которая иногда требовала жертв. На этот раз жертвой стал я. Соединившись со мной по правительственной связи, Анатолий Петрович спросил, не нарушит ли он наш распорядок, если приедет в Академгородок. Эта деликатность президента была нами оценена. Конечно, мы были счастливы увидеть у нас Анатолия Петровича в любое время.

Он прилетел вечером и уже в аэропорту сказал, что хотел бы в первую очередь посетить Институт физики полупроводников... Из аэропорта мы поехали ко мне домой. За небольшим застольем, которое, однако, продлилось до трех часов утра, мы обговорили все

наши главные проблемы, вспомнили яркие события, связанные с созданием Сибирского отделения. Ночью мы проводили Анатолия Петровича в гостевой дом. Утром все были удивлены тем, что уже ровно в 9 часов он появился в Институте физики полупроводников. После этого он посетил Институт ядерной физики, Институт теплофизики, Вычислительный центр, желая увидеть как можно больше, «ухватить» тенденции развития науки в нашем регионе.

На третий день Анатолий Петрович решил вместе с нами полететь в Томский научный центр, который только формировался, но уже заявил о себе во весь голос... После было посещение центра нефтедобывающей промышленности — месторождения Самотлор с главным городом Нижневартовском. В Нижневартовск мы прилетели на вертолете и в тот день на машинах проехали десяток промышленных центров, встречались с жителями Нижневартовска. Анатолий Петрович был неподражаем. Он светился буквально «всеми цветами радуги» от больших впечатлений, от сознания нужности науки, ее значения не только для Сибири, но и для всего нашего государства. Потом были Сургут и Тюмень. Анатолий Петрович был сильно взволнован поездкой, увиденной перспективой развития Западной Сибири. Он говорил об этом постоянно во время всего путешествия. Из Тюмени он вылетел в Москву. Вечером того же дня он должен был быть в посольстве Финляндии на приеме в связи с годовщиной образования Республики.

Очевидцы из иностранного отдела АН СССР рассказывали, что из аэропорта Анатолий Петрович сразу же поехал в посольство Финляндии. Его встретил посол и пригласил за стол почетных гостей. Дорогого гостя попросили сказать слово. Анатолий Петрович начал свой рассказ с того, какое впечатление на него произвела Сибирь, и Западная Сибирь особенно. Он говорил около 30 минут, открывая перед гостями все новые и новые прекрасные сюжеты сегодняшнего дня этого края и его будущего. Один из сотрудников иностранного отдела АН СССР тихо пояснил Анатолию Петровичу, что нужно что-то сказать и о Финляндии. Анатолий Петрович все продолжал говорить о прекрасной и могучей Сибири. Сотрудник еще раз шепотом напомнил Анатолию Петровичу о Финляндии. Тогда в заключение своей речи Анатолий Петрович, вспомнив о празднике в Финляндии, произнес: «Я поднимаю свой бокал за дружественную Финляндию и ее трудолюбивый народ!». Таков был наш президент! Увлечшись большой идеей, он жил ею, и в это время для него не было проблем более значительных».

Президент РАН (с 1991 г.), академик Юрий Осипов:

«Известна способность А.П. Александрова предвидеть значимость той или иной разработки. В начале 1976 года во вступительной речи на годичной сессии Общего собрания Академии наук он отметил в качестве важнейшей работу Ж.И. Алферова по гетеропереходам в полупроводниках, подчеркнул, что она имеет революционизирующее значение для полупроводниковой электроники. Тогда же он с сожалением

констатировал, что эта работа нашла практическое применение, но не у нас, а за рубежом, и предложил меры по исправлению ситуации.

Осознавая огромное значение вычислительной техники для развития науки, техники, других сфер и необходимость преодоления отставания в этой области, он горячо поддерживал соответствующие исследования и разработки в Академии наук и в отраслях промышленности. При его активном участии в Академии наук было образовано Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации. В годы президентства А.П. Александрова в Академии наук был создан ряд научных учреждений для разработки информационных технологий, вычислительной техники, элементной базы компьютерной техники и телекоммуникаций. Он постоянно заботился о расширении производства средств вычислительной техники, повышении ее уровня, об эффективном ее использовании в научных исследованиях.

Как президент Академии наук он бережно относился к традициям академического сообщества, к сложившимся структурам управления. Однако жизнь требовала внесения изменений в профиль некоторых отделений академии, пересмотра некоторых необдуманных решений начала 1960-х годов о передаче целого ряда институтов в промышленность. Анатолий Петрович, руководствуясь интересами дела, поддерживал и настойчиво осуществлял такие изменения. При его поддержке был повышен статус региональных научных центров Академии наук СССР..

Во всей деятельности А.П. Александрова четко прослеживается государственный подход, забота об интересах государства, благосостоянии народа... В своих публичных выступлениях, в частности на заседаниях Общего собрания академии, он неоднократно указывал на то, что некоторые руководители чересчур легко шли на закупку технологических процессов и оборудования за рубежом и недостаточно настойчиво и быстро осваивали собственные разработки. Он подчеркивал и еще один аспект этой проблемы: развивая науку и технику, промышленность, мы не должны рассчитывать на какую-либо помощь извне. Признавая полезность международных связей для развития науки, он отмечал, что «сложнейшие научно-технические проблемы — атомную и космическую — мы сумели решить самостоятельно и во всяком случае не хуже, чем они были решены на Западе».

*По материалам сборника
«А.П. Александров. Документы и воспоминания»
(ответственный редактор академик Н.С. Хлопкин). — М.:
ИздАТ, 2003*

*Иллюстрации из архива лаборатории
научно-технической фотографии
Курчатовского института
и семейного архива А.П. Александрова*

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ АКАДЕМИКА АЛЕКСАНДРОВА

Кандидат химических наук Виктор ПОПОВ,
Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт» (Москва)

В 2013 г. Академиздатцентр «Наука» РАН завершает выпуск пятитомного Собрания научных трудов академика Анатолия Петровича Александрова. Издание осуществляется по совместному решению Российской академии наук, Федерального агентства по атомной энергии РФ (ныне госкорпорация «Росатом») и Российского научного центра «Курчатовский институт» (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») от августа 2004 г. Материалы к публикации готовят сотрудники Курчатовского института и «Росатома». Редакционную коллегию возглавляют президент РАН академик Юрий Осипов и его заместители академик Борис Мясоедов и член-корреспондент РАН Виктор Сидоренко.

Научная деятельность Анатолия Петровича, продолжавшаяся более 60 лет, охватывала ряд дисциплин: ядерную и молекулярную физику, физику твердого тела и физику полимеров, а также различные области техники. Благодаря уникальному сочетанию талантов ученого, инженера и организатора он получил всеобщее признание как руководитель крупнейших коллективов, обеспечивших решение важных и актуальных практических задач в атомной науке и технике.

К началу работы над его трудами обширное научное наследие Александрова не было собрано и систематизировано. Вышедшие в издательстве «Наука» сборники «Ядерная энергетика и научно-технический прогресс» (1978 г.) и «Наука — стране» (1983 г.) содержали его статьи и выступления, главным образом в средствах массовой информации, по общим вопросам развития атомной энергетики, науки и техники, организации научных исследований в СССР. Они практически не давали представления о его довоенных трудах в

Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ), не отражали вклад в решение задач уранового проекта в 1940–1950-е годы, создание отечественного атомного флота и ядерной энергетики в стране.

Работа над созданием пятитомника началась в первой половине 2004 г. со сбора публикаций в журналах и сборниках, отчетов, докладов на собраниях, статей в печати, выступлений на общественных и политических форумах, документальных источников.

Многое из научного наследия до недавнего времени хранилось в закрытых фондах (а значительная его часть остается там и сегодня). Поэтому было организовано экспертное рассмотрение этих материалов для дальнейшего рассекречивания, а также проведен поиск и отбор известных ранее только узкому кругу специалистов документов в открытых архивах. Отсюда и значительное количество работ ученого, впервые публикуемых в настоящем Собрании.

В 2006 г. из печати вышел первый том «Физика твердого тела. Физика полимеров» (ответственный

Анатолий Александров. 1935 г.

редактор академик Жорес Алферов) с работами, выполненными Александровым в ЛФТИ в основном в довоенный период и опубликованными в различных изданиях в 1932–1945 гг., и его докторской диссертацией (1941 г.). Они охватывают три основных направления: механическая прочность твердых тел, электрическая прочность диэлектриков и физика полимеров.

В первый физтеховский год (1930) академик Абрам Иоффе предложил Анатолию Петровичу заняться фундаментальной проблемой механической прочности твердых тел. Вместе с первым учеником Серафимом Журковым (впоследствии академик, основоположник кинетического учения о разрушении твердых тел) он изучал прочность кварцевых и силикатных стекол. Результаты этих поисков, отраженные в статьях «Явления хрупкого разрыва» (1933 г.), «Явление разрыва водомерных стекол и пути повышения их прочности» (1937 г.), «О хрупкости» (1944 г.), «Механические свойства твердых тел. Хрупкость и механизм хрупкого разрушения» (1944 г.), включенных в первый том, имели важное стимулирующее значение в становлении общей проблемы прочности материалов. Вклад Александрова в ее разработку имеет непреходящее значение, поскольку задачи повышения механической прочности материалов остаются злободневными и, более того, их актуальность только усиливается в связи с требованиями развивающейся техники (от микроэлементной до космической).

В сфере интересов Физтеха находилась и проблема электрической прочности диэлектриков (пробоя при действии электрического напряжения). Первые публикации на эту тему появились у нас в 1920-х годах. Среди них была работа Абрама Иоффе, Игоря Курчатова и Кирилла Синельникова (1927 г.), указывающая на весьма интересный эффект: при уменьшении толщины диэлектрических пленок (стекло, слюда) до 1–2 мкм значение пробивной напряженности электрического поля резко (более чем на порядок) возрастало и достигало чрезвычайно высоких значений — до 2 ГВ/м и более. Естественно, у Иоффе появилась мысль о создании компактных конденсаторов с огромной емкостью.

В Киеве (до переезда в Ленинград) Александров вместе с Владимиром Тучкевичем занимался изучением проводимости диэлектриков. Это позволило ему при переходе в Физтех посмотреть на столь заманчивой эффект электрического упрочнения глазами исследователя с определенным опытом. К тому же вопросы электрической прочности, можно сказать, были созвучны с темой, порученной ему в ЛФТИ.

Предлагаемые физические объяснения эффекта (например, невозможность развития ударной ионизации на малой длине из-за небольшой толщины пленки) Анатолий Петрович счел неубедительными. Он обратил внимание на простой возможный источ-



ник получения завышенных значений пробивной напряженности — неправильную оценку толщины пленки — и показал: примененный авторами способ через определение емкости по разряду конденсатора ошибочен и связан с электропроводностью элементов измерительной системы и поляризационными явлениями.

Нельзя не отметить определенное мужество Александрова, тогда молодого сотрудника Физтеха, вступившего в полемику и отстаивавшего свои позиции перед таким авторитетом, как академик Иоффе.

Надо отдать должное и Абраму Федоровичу, который согласился (без восторга, разумеется) со справедливостью критики и в совместной с Александровым статье «К вопросу об электрической прочности тонких пленок» (1932 г.) признал допущенные ошибки, объяснил их появление и вышел на правильное понимание электрической прочности тонких диэлектрических пленок. Иоффе и в дальнейшем высоко оценивал качества Анатолия Петровича как ученого и человека.

Ряд выполненных под руководством Александрова работ в Физтехе по электропроводности диэлектриков и ионизации в них открыл интересные и важные детали электрических процессов. Результаты этих



Академики Анатолий Александров и Игорь Тамм принимают в Курчатовском институте гостя — лауреата Нобелевской премии 1922 г. датского физика Нильса Бора (в центре). 1961 г.



С академиком Михаилом Леонтовичем. 1973 г.

изысканий были опубликованы Анатолием Петровичем в соавторстве в 1934 г. в статьях «Об ионизации столкновением в твердых диэлектриках», «К вопросу об электропроводности гомеоплярных соединений», «К вопросу о температурной диссоциации в жидких диэлектриках», включенных, как и упомянутая работа с Иоффе, в первый том Собрания. Здесь же читатель найдет написанную Александровым главу «Электропроводность диэлектриков» из монографии «Физика диэлектриков» (под редакцией профессора Александра Вальтера), вышедшей в 1932 г. в Государственном технико-теоретическом издательстве, где рассмотрены фундаментальные вопросы электрической прочности диэлектриков, заметку в

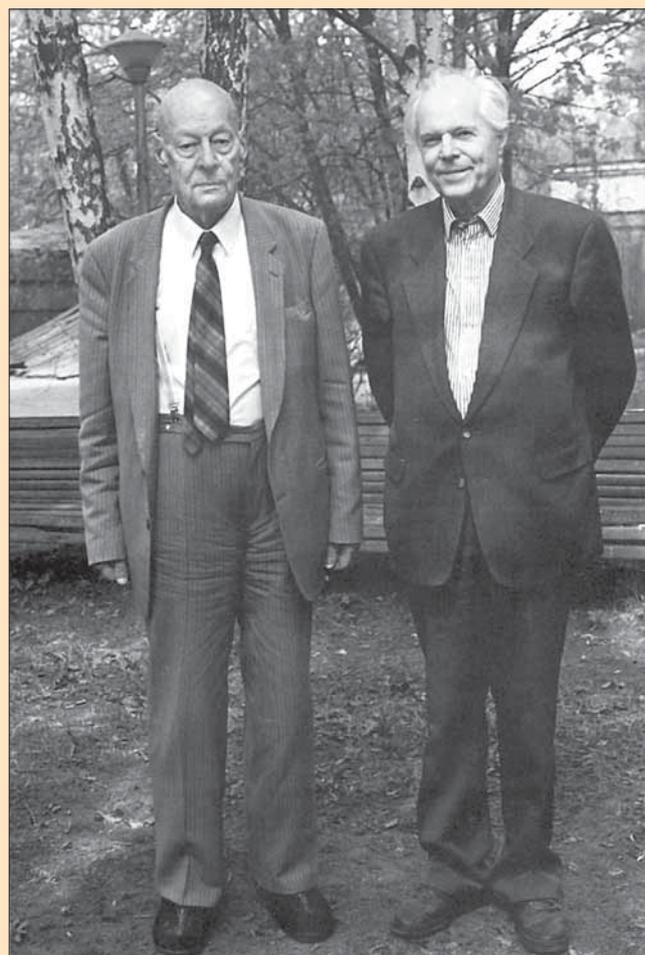
«Журнал технической физики» (1938 г.) о совещании по изоляции, а также переведенную с английского статью «Проблемы технической физики в Ленинградском физико-техническом институте» («Technical Physics», 1937, № 11/12) с обзором основных достижений в этой сфере.

Значительное место в первом томе занимают работы Анатолия Петровича по физике полимеров, дающие основания признать его одним из создателей направления. Не случайно в 1983 г. Академия наук СССР присудила Александрову премию имени А.Ф. Иоффе за фундаментальные исследования в этой области.

Результаты трудов Анатолия Петровича по полимерам, полученные в Физтехе в 1930–1940-е годы,



*На заседании Ученого совета
Института атомной энергии им. И.В. Курчатова,
посвященном памяти Игоря Васильевича. 1982 г.*



*С лауреатом Нобелевской премии 1961 г.
немецким физиком
Рудольфом Мёссбауэром. 1993 г.*

нашли отражение в его докторской диссертации «Релаксация в полимерах», а также в семи других публикациях, вышедших вплоть до 1945 г. Все они включены в первый том Собрания.

В 2010 г. вышел в свет второй том «Физико-технические проблемы атомного проекта СССР» (ответственный редактор член-корреспондент РАН Виктор Сидоренко) с работами 1946–1955 гг. (Институт физических проблем АН СССР, Лаборатория № 2 АН СССР), отражающими вклад Александрова в термодиффузионное разделение изотопов, получение ядерных материалов (дейтерия и трития), развитие технологии атомных реакторов, создание измерительных приборов и технических средств для экспериментов.

Особый интерес представляют его разработки в области термодиффузионного разделения изотопов урана в жидкой фазе UF_6 . Анатолий Петрович и его сотрудники не только заложили теоретические основы метода, изучили физические процессы, протекающие в термодиффузионных колонках, но и предложили аппаратуру для работы с гексафторидом урана в производственных условиях, сделав оценки энерго-

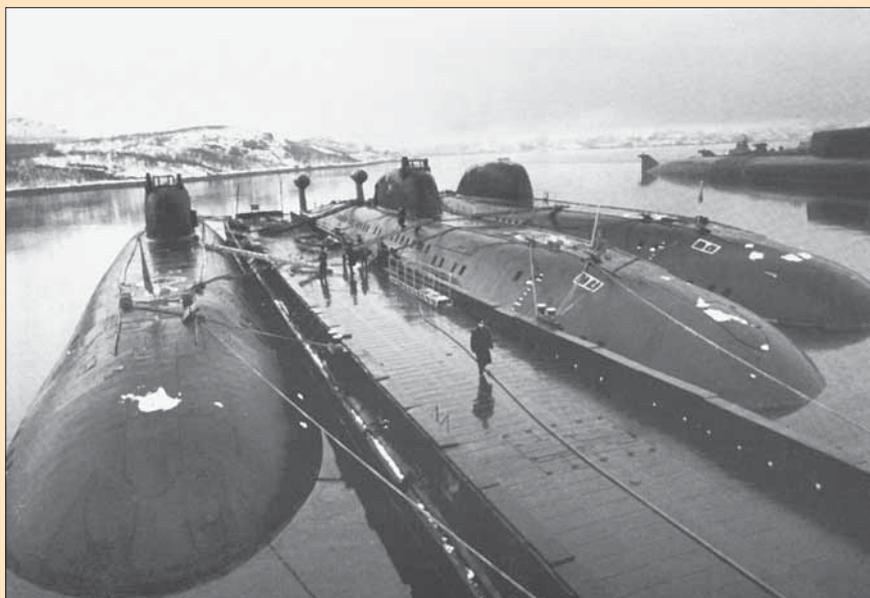
затрат для создания продукта заданной степени обогащения. Все материалы по теме и большая часть статей, помещенных в других тематических разделах тома, публикуются впервые.

Содержательную часть составляют также письма, записки (1946–1955 гг.), адресованные руководству страны и атомной отрасли, относящиеся в основном к сооружению ядерных реакторов различного назначения. Они были рассекречены в 1990–2009 гг. и опубликованы в сборнике «Атомный проект СССР: Документы и материалы: в 3 т./ Под общ. ред. Л.Д. Рябева». В приложении ко второму тому — тексты распорядительных документов правительственных органов СССР, имеющие прямое отношение к деятельности ученого в указанный период времени.

В атомный проект Анатолий Петрович включился в конце 1943 г. по предложению Курчатова. Тогда вместе с сотрудниками своей лаборатории, с 1941 г. находившейся в эвакуации в Казани, он приступил к первым экспериментам по термодиффузионному разделению изотопов. Работы в тот момент шли на модельных веществах, но уже в 1944 г., по возвращении в Ленинград, развернулись достаточно интен-



Атомный ледокол «Советский Союз», спущенный на воду в 1986 г.



На базе атомных подводных лодок Северного флота в Гремие (Мурманская область).

сивно. В изготовлении необходимой аппаратуры участвовали ведущие промышленные предприятия города.

В тех экспериментах Александров и его коллеги показали принципиальную возможность и техническую осуществимость термодиффузионного разделения изотопов урана. Опытным путем они определили основные параметры полупроизводственной установки, предложили удобные методы измерения концентрации урана-235 (по активности урана-234), выбрали материалы, пригодные для использования в среде UF_6 . Результаты нашли отражение в отчете за 1946 г., публикуемом во втором томе.

Курчатов уже в 1945 г. ставил вопрос о существенном расширении работ по термодиффузии и переносу их в Москву. Переезд же лаборатории Александрова в столицу состоялся в конце 1946 г. Ему предшествовали важнейшие события. Точкой их отсчета можно считать 17 августа 1946 г., когда постановлением Совета Министров СССР (публикуется в приложении) Анатолия Петровича назначили директором Института физических проблем АН СССР (ИФП) вместо академика Петра Капицы, попавшего в немилость политического руководства страны. А с 23 сентября 1946 г., когда на заседании Научно-технического совета Первого главного управления (ПГУ) при Совете Министров СССР по докладу Александрова был утвержден план работ ИФП на первый квартал 1947 г., он начал официально сотрудничать с атомным ведомством страны. Год спустя его ввели в состав Научно-технического совета при ПГУ.

Институт физических проблем, согласно утвержденному плану, стал заниматься обогащением урана методом термодиффузии в жидкой фазе UF_6 и получением дейтерия при низкой температуре ректификацией (от лат. *rectificatio* — выпрямление, исправле-

ние) жидкого водорода. Уже в конце 1946 г. в Москве заработала полупроизводственная термодиффузионная установка. Но вскоре выяснилось, что этот метод для разделения изотопов малоэффективен и чрезвычайно энергоемок. Во втором томе впервые публикуются отчеты ИФП 1947–1948 г. на эту тему.

Несмотря на фактически негативный результат — надежное доказательство низкой эффективности метода для изотопного обогащения урана, исследования по термодиффузии получили высокую оценку руководства атомного проекта, а их участники были удостоены престижной премии президента АН СССР.

Практически одновременно Анатолий Петрович трудился над другой актуальной задачей — разработкой метода получения дейтерия путем ректификации жидкого водорода, реализуя идею Капицы. Публикуемая во втором томе справка о некоторых результатах по теме, подготовленная им в апреле 1947 г. для доклада Спецкомитету, дает представление об основных научных и технических проблемах, решенных Институтом физических проблем для подтверждения возможности извлечения дейтерия этим методом и получения «всех данных для проектирования производственной разделительной аппаратуры».

Позднее такой завод запустили, а создателей метода, включая Александрова, в 1955 г. представили к награждению Государственной премией СССР. Анатолий Петрович, в сентябре 1948 г. назначенный заместителем директора Лаборатории № 2 (с 1949 г. Лаборатория измерительных приборов АН СССР — ЛИПАН) и с этого времени возглавлявший ИФП по совместительству, уже полностью сосредоточился на работе у Курчатова. Поэтому о награждении ему сообщения по телефону восстановленный после смерти Иосифа Сталина в должности директора Института физических проблем Капица. Александров, однако,

**Проводка судов
по Северному морскому пути.**



**Смоленская АЭС (г. Десногорск)
с реактором РБМК-1000.**

попросил вычеркнуть свою фамилию из списка на присвоение лауреатского звания. Петр Леонидович, как стало известно позднее, сделал то же самое. С того времени между ними установились деловые и доброжелательные отношения. Тем более, вернувшись в институт после семилетнего отсутствия, Капица увидел: развиваемые при нем научные направления не свернуты, установки сохранены, сотрудники продолжают работать в привычной обстановке.

Еще до появления Александрова в Лаборатории № 2 Курчатова привлекал его и сотрудников ИФП к выполнению отдельных заданий в рамках программы создания ядерного, а затем и термоядерного оружия. Следует отметить, в частности, работы по получению трития. В разделе «Письма и докладные записки руководству» помещено сообщение Ванникова, Курчатова и Александрова о получении опытных образцов трития на комбинате № 817 (ныне Производственное объединение «Маяк», г. Озерск Челябинской области).

К этому направлению относятся и впервые публикуемые докладная записка Анатолия Петровича и Игоря Васильевича о пуско-наладочных работах на реакторе АИ-100 в Челябинске-40 и отчет о получении карбида лития. В том же разделе книги «Ядерные материалы. Ядерные реакторы» — отчет о работе по нанесению коррозионно-устойчивых в атмосфере гексафторида урана покрытий для устройства по разделению изотопов урана диффузионным методом.

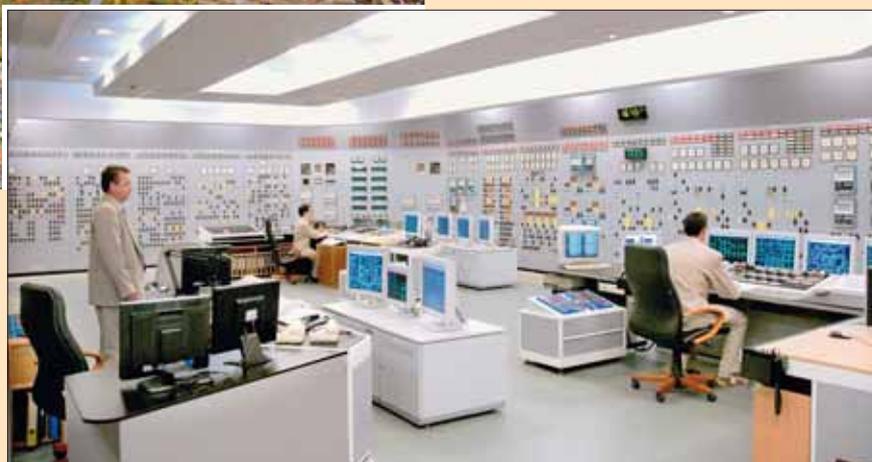
Как известно, именно этот способ, разработанный под руководством академика Исаака Кикоина, оказался наиболее эффективным и был применен на первой советской промышленной установке для изотопного обогащения урана.

После пуска в 1948 г. первого советского промышленного ядерного реактора на комбинате № 817 руководство приняло решение о строительстве еще нескольких наработчиков оружейного плутония. В 1949 г., когда Александрова назначили научным руководителем новой серии промышленных реакторов, он предложил обновленные технические подходы к их разработке, о чем сообщал в письмах и докладных записках, адресованных Спецкомитету. Сегодня эти документы помещены в одноименном разделе второго тома.

В конце 1940-х — начале 1950-х годов Анатолий Петрович выдвинул ряд идей по созданию реакторов для флота, а также материаловедческих испытаний. Так, в публикуемом письме на имя куратора атомного проекта Лаврентия Берии от 23 июля 1949 г. он говорил о необходимости построить малогабаритный «экспериментальный реактор с мощностью порядка 10 000 кВт на килограмм ядерного горючего» для работ, связанных с созданием ядерного двигателя, и решения других проблем. Эти идеи легли в основу проектов по сооружению в ЛИПАНе реакторов ВВР-2 и РФТ. Последний ввели в строй для материаловедческих задач в апреле 1952 г. Отчет о его физическом пуске, подготовленный совместно с Курчатовым



Балаковская АЭС
(г. Балаково Саратовской области)
с реактором ВВЭР-1000 –
крупнейшая в России
по выработке электроэнергии.
Фото А. Ситенького



Щит управления энергоблоком
Балаковской АЭС. Фото А. Ситенького

и группой сотрудников, помещен в разделе «Ядерные материалы. Ядерные реакторы».

Во втором томе представлены также результаты материаловедческих исследований 1952–1956 г. в ИФП и ЛИПАНе различных типов резиновых покрытий, а также металлических конструкционных материалов в особых условиях.

В разделе «Документальные материалы», помимо упомянутых, помещены еще два источника, представляющие интерес с точки зрения истории атомного проекта: письма Берии от 19 августа 1946 г. (через два дня после назначения Анатолия Петровича директором Института физических проблем) с просьбой о предоставлении академику Капице возможности продолжать исследовательскую работу в ИФП и от 24 июля 1952 г. о целесообразности опубликования в центральной прессе статьи академика Владимира Фока «Против невежественной критики современных физических теорий» (последнее было подписано Александровым вместе с другими видными учеными). И если первое обращение осталось без последствий, то второе, решительно поддержанное Курчатовым, было воспринято руководством страны, осознавшим, что без физиков высокого класса сделать атомную бомбу невозможно. Это помогло физиче-

ской науке избежать разгрома, подобного тому, которому в 1948 г. на сессии ВАСХНИЛ подверглась генетика. Можно сказать, благодаря своей роли в решении атомного проекта физики прошли тяжелые времена почти без потерь.

В 2013 г. мы планируем выпустить третий, четвертый и пятый тома, но уже сейчас можно поделиться с читателями, какие материалы будут там представлены.

В годы Великой Отечественной войны Александров руководил работами по размагничиванию кораблей Военно-морского флота СССР, начатыми в предвоенные годы. Именно в его лаборатории предложили метод их защиты. Разработанные в ЛФТИ устройства свели к нулю потери ВМФ, обеспечили его боеспособность, сохранили сотни кораблей и многие тысячи человеческих жизней. Материалы этого периода откроют третий том «Атомный флот» (ответственный редактор академик Николай Хлопкин).

Среди научных достижений Александрова особое место занимает его вклад в создание атомных энергоустановок для военного и гражданского флота СССР. Над решением важной и сложной задачи под руководством Анатолия Петровича активно трудились десятки институтов, проектных и кон-

**«Пучок» тепловыделяющих сборок,
содержащих ядерные материалы,
для получения тепловой энергии
в водо-водяном энергетическом реакторе.**

Фото А. Ситенького



структорских организаций и промышленных предприятий. Документальные источники, отражающие эту сторону деятельности ученого, составят основное содержание третьего тома. Здесь же будут представлены статьи, отчеты, технические решения, имеющие отношение к разработке и строительству новейших видов морской техники — атомных подводных лодок и ледоколов, прежде всего первой советской АПЛ «Ленинский комсомол» и первого в мире атомного ледокола «Ленин».

Полностью сосредоточившись в 1955 г. на работе в качестве заместителя директора ЛИПАНа, Анатолий Петрович вместе с Курчатовым вкладывал талант и огромный опыт в создание научных основ развития отечественного реакторостроения. Возглавив в 1960 г. после смерти Игоря Васильевича Институт атомной энергии, он на протяжении почти трех десятилетий оставался научным руководителем важнейших научно-технических программ развития атомной энергетики в нашей стране. Статьи, отчеты, доклады на конференциях, выступления в средствах массовой информации по этим вопросам составят содержание четвертого тома «Атомная энергетика» (ответственный редактор член-корреспондент РАН Виктор Сидоренко).

На начальном этапе развития атомной энергетики роль научного руководства была особенно велика. Ввиду ограниченности знаний и недостатка практического опыта возникало огромное количество проблем, в решении которых Анатолий Петрович принимал постоянное и деятельное участие. Он создавал вокруг себя научно-инженерную школу, опираясь на специалистов института и других организаций отрасли, участвовавших в создании первых реакторов для наработки оружейного плутония и энергоустановок для флота, привлекая молодых людей, приходящих в новую область прямо с вузовской скамьи.

Под его научным руководством созданы корпусные водо-водяные энергетические (ВВЭР), а также канальные уран-графитовые реакторы большой мощности (РБМК) для атомных электростанций СССР. ВВЭРы действуют также и в ряде стран дальнего зарубежья (Болгария, Венгрия, Словакия, Финляндия, Чехия). Они и сейчас успешно развиваются в России и за ее пределами. АЭС с реакторами этого типа построены сегодня по нашим проектам в Китае, Иране, Индии.

В генеральном адресе на VII Конференции мирового энергетического конгресса в 1968 г. (Москва) Александров обобщил особенности ожидаемого внедрения ядерной энергетики в решение мировых топливно-энергетических проблем. Он последовательно пропагандировал мысль, что «ядерная энергетика будет иметь и важное социальное значение. Смягчение

остроты топливной проблемы несомненно приведет к снижению значения этой проблемы как фактора политической напряженности».

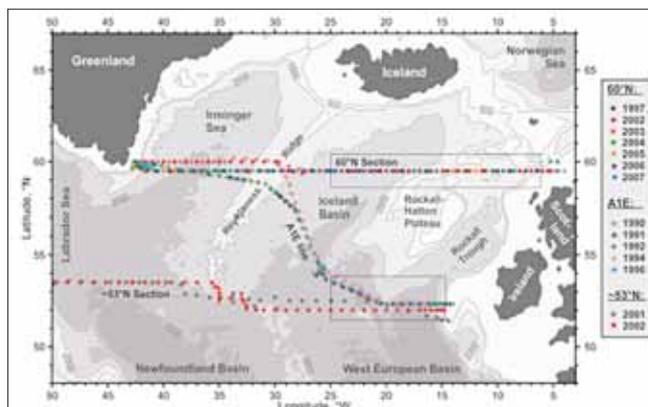
В пятом томе «Наука — обществу. Вопросы организации научных исследований» (ответственный редактор академик Борис Мясоедов) будут собраны статьи и выступления Анатолия Петровича на вынесенную в заголовок тему, материалы, относящиеся к истории атомного проекта СССР, деятельности ряда выдающихся ученых нашей страны.

Вся научная жизнь Александрова была связана с АН СССР, действительным членом которой он стал в 1953 г. Спустя два десятилетия (1975 г.) его избрали президентом АН СССР. Превосходно разбираясь в потребностях народного хозяйства, он на заседаниях Общего собрания и Президиума АН СССР ориентировал ученых на тщательный анализ социально-экономических проблем, своевременное и широкое практическое использование достижений науки. В деятельности президента четко прослеживался государственный подход, забота об интересах страны, о благосостоянии народа. Его выступления и статьи по широкому кругу проблем развития отечественной науки и техники, организации исследований и практического использования их результатов войдут в заключительный, пятый том. Там же будет представлена полная библиография научных трудов академика.

В Собрание включено свыше 170 фотографий из архива семьи Александрова, мемориального Дома-музея И.В. Курчатова и других фондов.

*Иллюстрации из архива лаборатории
научно-технической фотографии
Курчатовского института,
семейного архива А.П. Александрова
и интернет-источников*

МЕЖОКЕАНСКИЙ КОНВЕЙЕР



Механизмы резких изменений климата смоделировали российские ученые в ходе исследований, проведенных в Атлантическом океане. Об этих работах на страницах электронного издания «Наука и технологии России — STRF.ru» рассказала журналист Наталья Быкова.

Чтобы понять, как меняется Мировой океан с течением времени и как эти трансформации могут отразиться на глобальном климате, сотрудники Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН изучали так называемые промежуточные воды. Их считают индикатором интенсивности меж океанского глобального конвейера — течения, формируемого из-за разности свойств и уровней Тихого и Атлантического океанов. Это течение медленно движется у поверхности воды с севера Тихого океана к северу Атлантики, где охлаждается, опускается на глубину и начинает путь в обратном направлении. Данный процесс зависит от того, что происходит на промежуточных глубинах.

«Вообще измерить это невозможно, — поясняет руководитель исследования, заведующий лабораторией взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений член-корреспондент РАН Сергей Гулёв. — Нельзя сказать, что я мерил скорость меж океанского конвейера и он течет со скоростью два сантиметра в секунду. Вы не найдете такого места в океане, где можно было бы проводить подобные замеры. В действительности складываются многие факторы, которые в результате осуществляют меж океанскую глобальную циркуляцию. Однако ее

интенсивность достаточно хорошо характеризуется скоростью образования промежуточных вод на севере Атлантики, а вот ее-то можно зафиксировать».

Начиная с 1997 г. Институт океанологии ежегодно организует океанические экспедиции с целью детальных измерений параметров вод в районе 60° с.ш. между Гренландией и Британскими островами. Хотя науке известно, что главный рычаг управления меж океанским конвейером находится в северной части субполярной Атлантики — именно сюда стекается весь поток воды, затем опускающийся на большие глубины, — неясными остаются некоторые детали самого процесса. С одной стороны, понятно, что «потонуть» этот поток может лишь из-за уплотнения, а это произойдет, если вода либо охладится, либо «осолонится». С другой — интенсивность взаимодействия океана и атмосферы, от которой зависит скорость этого охлаждения и роста солёности, в значительной степени определяется атмосферными процессами, гораздо более быстрыми по сравнению с происходящими в океане.

С борта научно-исследовательского судна «Академик Иоффе» сотрудники лаборатории Сергея Гулёва каждый год в течение целого месяца измеряют температуру и солёность промежуточных вод, а также интенсивность потоков тепла на границе океан—атмосфера.

Схема меж океанского глобального конвейера — течения, формируемого из-за разности свойств и уровней Тихого и Атлантического океанов.



**Научно-исследовательское судно
«Академик Иоффе».**



**Прибор для отбора проб воды
на различных глубинах.**

Затем с помощью физико-математических моделей рассчитывают, как происходит транспорт воды и тепла между Атлантическим океаном и Арктикой — областью, откуда, если верить одной из версий возможных климатических изменений, в результате таяния ледников на планету придет потепление, последствия которого предсказать трудно. Процесс может занять десятки лет или столетие, однако для человеческой цивилизации это и есть быстрые изменения.

Специалисты установили: в течение последних двух десятилетий происходило интенсивное потепление и осолонение поверхностных вод. При этом потепление, приводящее к уменьшению плотности вод, не компенсировалось осолонением — оно, наоборот, приводит к их «утяжелению». Именно поэтому произошло существенное замедление меж океанского конвейера. Теплая вода стала все в больших количествах поступать в Арктический бассейн, приводя наряду с другими факторами к таянию полярных льдов, площадь которых сократилась за это время почти на 30%.

Кроме того, исследователи обнаружили новый очаг глубокой конвекции, определяющей движение в глубину поверхностных вод, образование промежуточных вод и возвратного потока. Если раньше считалось, что главным таким очагом служит Лабрадорское море, то сейчас стало ясно: аналогичные процессы происходят к востоку от Гренландии — в море Ирмингера. Однако чтобы прогнозировать глубокую конвекцию, надо учитывать оба очага и, главное, взаимодействие между ними.

Впрочем, для полного описания всех этих явлений недостаточно знаний лишь о том, что «творится» в океане. Не менее важна точная оценка потоков энергии на границе океана и атмосферы. Сотрудники Института океанологии разработали новые методы расчетов таких потоков и впервые построили модель их интенсивности. Как оказалось, те из них, что направлены в атмосферу, охлаждают океан, приводя к

конвективным процессам только в относительно короткие отрезки времени — несколько лет, а в длительные (больше 10–15 лет) температуры определяют долговременные изменения потоков. Таким образом, роль океана в изменении климата двойка: он выступает пассивным фактором на коротких отрезках времени, но становится активным на длинных.

Для понимания этих механизмов ученые построили модель океанской циркуляции с пространственным разрешением всего в несколько десятков километров. Она позволяет представить колебательный процесс, в ходе которого океанский конвейер то ослабевает, то усиливается. Теперь дело за объединением этих представлений с существующими моделями климата, что позволит учесть наблюдаемые специалистами процессы в описании ожидаемых изменений.

Пока же на основе полученных данных можно сказать, что океанский конвейер повлиял на климат, в результате чего траектории циклонов над Европейским континентом сместились и там существенно поменялась структура осадков. Хотя число дней с осадками осталось прежним, однако происходит их перегруппировка в серии достаточно продолжительных влажных и засушливых периодов. В итоге более интенсивными становятся как экстремальные осадки, приводящие к наводнениям, так и засухи, связанные с длительными тепловыми волнами, приводящими к лесным пожарам.

Быкова Н. Российские ученые нашли новые взаимосвязи океана и климата. — Электронный журнал «Наука и технологии России — STRF.ru», 17 июля 2012 г.

*Иллюстрации с сайта
Института океанологии им. П.П. Ширинова
Материал подготовил Сергей МАКАРОВ*

НАЧАЛА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ

Кандидат биологических наук Николай ВЕХОВ,
Российский научно-исследовательский институт
культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева
(Москва)

Гавриил Танфильев (1857–1928), охарактеризованный зоологом и географом академиком (с 1946 г.) Львом Бергом как «разносторонний натуралист — в одно и то же время ботанико-географ, почвовед... и географ» — родоначальник многих концепций, лежащих в основе современной науки о Земле, в том числе классификации климатических зон. Изучая их беспрецедентное разнообразие в нашей стране, он пришел к выводу: именно отечественными исследователями «может быть решен целый ряд важных географических проблем».

Среди наставников будущего ученого на физико-математическом факультете Петербургского университета были выдающиеся энциклопедисты ботаник-эволюционист, один из основоположников морфологии и географии растений, почетный член Петербургской АН (с 1895 г.) Андрей Бекетов и естествоиспытатель, геолог и почвовед Василий Докучаев. Именно под их влиянием наметились главные направления деятельности Танфильева.

В 1883 г., по окончании учебы, Танфильев начал службу в департаменте Министерства государственных имуществ, одновременно продолжая исследование растительности, физико-географических особенностей России и не прекращая сотрудничества со своими профессорами. Так, в 1892 г. по приглашению

Докучаева он участвовал в большой экспедиции по изучению степей, затем на основе собранных материалов написал работу «Пределы лесов на юге России», защитив ее в 1895 г. в качестве магистерской диссертации. В том же году Танфильев в должности приват-доцента начал читать курс ботанической географии в своей alma mater и поступил в Петербургский ботанический сад, где в 1899 г. стал его главным ботаником.

Летом 1892 г. ученый отправился в Тиманскую, или Малоземельскую, тундру (ныне Архангельская область) для изучения ее природы и быта коренных жителей — самоедов, т.е. ненцев. В ходе путешествия он сделал ценные наблюдения, представленные в 1894 г. в работе «По тундрам тиманских самоедов летом 1892 г.», по сей день служащей пособием для



Бухта Тихая. Восточное побережье Сахалина. 2007 г.

начинающих естествоиспытателей. Автор точно и подробно описал занятия и организацию хозяйства здешних жителей, метеорологические условия, растительность, природные ландшафты тундры разных типов и впервые в мире предложил ее классификацию: каменистая, торфяно-кочкарная, пятнистая, или лысая (глинистая, песчаная) и торфяно-бугристая.

Тогда же исследователь поднял вопрос о полярной (северной) границе распространения лесов, отметив, что в целом она параллельна морскому побережью, хотя весьма извилиста, а местами их массивы вдаются далеко в тундру «языками» или «островами», приуроченными к долинам рек. По мнению Танфильева, подобное «вклинивание» объясняется благоприятными в этих местах условиями для стока излишков почвенных вод и понижением горизонта вечной мерзлоты; на окружающих же такие участки пространства он, напротив, повышается, в результате почва заболачивается и древесная растительность деградирует.

Материалы, собранные Танфильевым в экспедиции, украсили один из выпусков очень популярной в нашей стране в начале XX в. серии иллюстрированных сборников «Европейская Россия», рекомендованных Министерством народного просвещения для «библиотек среднего и старшего возрастов гимназий, мужских и женских, реальных училищ, учительских

институтов и семинарий и в бесплатные народные библиотеки и читальни». На основании проделанной работы он в 1912 г. защитил в Петербургском университете докторскую диссертацию по географии «Пределы лесов в полярной России по исследованиям в тундре тиманских самоедов». Изложенные там идеи, касающиеся физико-географических особенностей тундры, в дальнейшем развивали другие отечественные специалисты.

Вместе с тем Танфильев являлся и выдающимся исследователем степей. Образование чернозема, столь характерного для грунта этой климатической зоны, он объяснял не только гниением растительных остатков, но и влиянием богатого известью лёсса (осадочной горной породы), образующего с ними прочное соединение, называемое гумусом*. Именно со значительной концентрацией в нем углекислой извести и поваренной соли ученый связывал происхождение особой, свойственной только данной географической области растительности. Для определения засоленности соответствующих почв он разработал так называемый метод вскипания (при смешивании с разведенной соляной кислотой они вскипают,

*Гумус — слой почвы, составляющий основную часть ее органического вещества (до 90%); содержит необходимые высшим растениям питательные элементы, образующиеся в результате биохимического превращения растительных и животных остатков; является важным критерием плодородности почвы (*прим. ред.*).



Остров Альджер. 1997 г.

если содержат известковые соли), до сих пор широко используемый в ходе полевых исследований.

Ученый заметил: чернозем обычно начинается приблизительно в 75 км к югу от границы между хвойными и широколиственными лесами. Области же, занятые последними, где подпочвой всюду служит лёсс, он назвал доисторическими степями — по его мнению, ранее здесь также был гумус, но постепенно выветрился, вымылся дождевыми и тальми водами. Свою точку зрения Танфильев убедительно изложил в 1896 г. на заседании Почвенной комиссии (ныне Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, Москва). Самооблесение северных пределов степи он считал закономерным результатом почвенно-геологических процессов, и, не отрицая значения климата для распределения органического мира на территории нашей страны, утверждал: состояние растительного покрова не является постоянным, а неизбежно преобразуется под воздействием изменения грунтовых условий.

Учение Танфильева о доисторических степях ознаменовало новый подход к изучению географических зон Русской равнины как непрерывно трансформирующихся. Именно его исследование, как подчеркнул геоботаник и ботанико-географ академик (с 1968 г.) Евгений Лавренко, во многом разъяснили влияние физико-географических и геологических

факторов на развитие растительного покрова залежных земель (распаханных, но затем долгое время не обрабатываемых), в частности на последовательность и длительность стадий его восстановления. Причем интерес ученого к этим вопросам, прежде всего к взаимосвязи между почвой и формирующейся на ней флоры, не ослабевал на протяжении всей его научной деятельности.

Танфильев предложил оригинальную картину геологического строения, рельефа, гидрографии, грунтовых условий и растительности степей как взаимозависимых процессов и явлений. Он указал на обилие на их территории водоемов, постоянных и временных, в том числе блюдцеобразных углублений, наполняющихся влагой лишь в весенний период и вскоре пересыхающих, а также выявил особенности регионов, относящихся к данной географической области.

Так, Западно-Сибирская низменность в соответствующей климатической зоне отличается равнинным, почти горизонтальным рельефом. «Местность здесь почти совершенно горизонтальная, — писал Танфильев, — с едва заметными на глаз блюдцами, занятыми березой или отмеченными развитием солонцеватой растительности. Ни оврагов, ни склонов нигде не видно, а все время приходится передвигаться по удивительно однообразной стране, где через 10–20–30 верст виден все один и тот же ландшафт...».

Еврашки — северные суслики, характерные обитатели Чукотского полуострова. 1991 г.



Река Чусовая. 1990 г.

Здесь Барабинскую и Кулундинскую степи ученый считал уникальным природным явлением: им свойственны параллельные, вытянутые с северо-востока на юго-запад валы, или «гривы», разделенные низинами, часто занятыми реками, озерами, болотами и солонцами. По его мнению, во время последнего глобального похолодания (около 26–20 тыс. лет назад) там двигался с севера ледник, и даже небольшого увеличения объема воды от его таяния было достаточно, чтобы часть ее потекла к юго-западу, что, вероятно, и стало причиной образования такого рельефа.

Танфильев заключил: усыхания большинства озер в Западной Сибири нет, уровень их воды лишь периодически колеблется, что является естественным явлением. Как и в Европейской России, подпочвой здесь служат богатые карбонатами (солями и эфирами угольной кислоты) лёсс, лёссовидная глина и красноватая мергелистая*. Черноземом же покрыты обычно вышеупомянутые «гривы», а блюдцеобраз-

*Мергелистая глина содержит в большом количестве примесь карбоната кальция и имеет некоторые черты сходства с мергелем — горной породой, состоящей из кальцита или доломита и глинистых минералов (прим. ред.).



Камчатский пейзаж. 2003 г.

ные понижения между ними, находящиеся в лучших, чем окружающие участки, условиях обводнения, отличаются более высоким содержанием щелочи в почве и обильной растительностью, в частности, покрываются небольшими березовыми рощицами.

Ученый много внимания уделял поиску причин отсутствия на большей части Сибири многих обычных для Европейской России широколиственных пород — дуба, клена, ясеня, вяза, яблони, груши, вишни и др. Безусловно, важную роль в этом играют царящий за Уральским хребтом суровый климат, прежде всего, им крайне вредны весенние морозы, наступающие в период вегетации. Но основную причину невозможности существования там упомянутых представителей флоры Танфильев видел в геотермических условиях: в мае-июне на глубине около 1,5 м, где располагается густая сеть корней, господствует низкая температура, поэтому деревья не могут взять из почвы количество воды, необходимое для покрытия уже сильного в это время испарения листьями, и гибнут. А многие превращаются в низкорослые формы с прижатыми к земле, стелющимися стволами и ветвями.

Большое значение для развития отечественного учения о природных зонах имели работы «Физико-географические области Европейской России» (1897 г.)

и «Главнейшие черты растительности России» (1903 г.), где Танфильев обосновал зональное (прообраз последующих систем геоботанического районирования) и провинциальное расчленение степей. А его «Ботанико-географическая карта Российской империи» (1903 г.), одна из первых в нашей стране данного вида, была составлена по смешанному районно-типологическому принципу. Она содержала разновидности растительности страны (тундра, тайга, черноземные и каштановые степи, сосновые леса, березовые перелески, песчаные, солонцевато-глинистые, т.е. с солями натрия в почве, пустыни, лёссовые пустынные степи и пр.) и такие чисто пространственные («районные») единицы, как «предстепь» (т.е. сочетание лиственных лесов и луговых степей), горные пояса в Крыму, на Кавказе, в Средней Азии и т.д.

Кроме того, ученый первым предложил деление Европейской России на четыре физико-географические области (1896 г.): северная (ели с полосами торфянисто-бугристой, песчаной, глинистой, каменистой тундры, болот, тайги, суходолов и смешанных лесов); южная (с фрагментами бледных лёссовых почв, чернозема); арало-каспийская солонцеватая пустыня и Южный берег Крыма. Существенно, что с некоторой детализацией и уточнениями эта схема применяется в ботанической географии по настоящее время.

**Оленеводство —
традиционное занятие
населения тундровой зоны.
Юг полуострова Канин. 2000 г.**



**Сосняк беломошник
на склоне древней ледниковой
морены.
Архангельская область. 1998 г.**

В 1903 г. Танфильев опубликовал обзор «Главнейшие черты растительности России», оставшийся единственной сводкой по данному вопросу до середины XX в. При физико-географическом районировании, утверждал автор, наиболее надежными критериями являются почвенно-географические. Принятые же ранее климатические линии и границы распространения древесных пород он считал весьма проблематичными признаками. Одной из важнейших его заслуг явилась также фундаментальная работа «Очерк географии и истории главнейших культурных растений» (1923 г.), где, в частности, представле-

ны значимые факторы, влияющие на распределение по регионам планеты важнейших для человека представителей флоры — злаков, овощей, плодовых деревьев, каштана, орехов, поморанцевых, масличных и т.д.

Большое значение для наук о Земле имела разработанная Танфильевым схема ботанико-географических областей всей Российской империи. Первая — ее северные регионы (господство тайги с участками тундры, болот; почвы и подпочвы бедны растворимыми солями, богаты известью), затем южные (степи с вкраплениями предстепья; грунтовые усло-



Курумбельская степь в северо-западной части Казахстана. 1992 г.

вия характеризуются насыщенностью растворимыми солями, особенно хлора, угольной и серной кислот, наличием перегной, окрашенного в темный цвет, и растительным покровом). Следующая территориальная единица — пустыни (с включениями степей вдоль подножий Туркестанской горной страны; почвы более или менее солонцеваты). Далее идут горные районы Крыма, Кавказа с буковыми, дубовыми лесами (с поясами древовидного можжевельника, широколиственных, хвойных пород, густым подлеском и обильными лианами) и, наконец, Туркестана с ореховыми, тополевыми и яблоневыми.

Вместе с тем ученый предложил еще несколько вариантов территориального деления страны. Один из них представлен в упомянутой работе «Главнейшие черты растительности России», где показана связная картина распределения рельефа, флоры и почв ее азиатской части. Такого сочинения, по мнению академика Льва Берга, «не появлялось ни до, ни после». Венцом же деятельности Танфильева стал многотомник «География России» (1916–1931 гг.), по словам того же Берга, «плод громадной эрудиции автора и многих лет работы в поле и кабинете. Ничего подобного по богатству материала, исчерпывающему использованию литературных источников,

добросовестности и знанию предмета наша литература до сих пор не имела».

Первая книга этого издания, по сути первого отечественного труда по научной географии нашего государства, посвящена истории его исследования до 1845 г. (даты создания Императорского Русского географического общества), включая соответствующие учреждения и публикации, степень картографической изученности, вторая — описанию рельефа европейской территории страны и Кавказа. В третьей книге охарактеризована ее азиатская часть, в четвертой — земной магнетизм, климат, реки и озера и, наконец, в пятой — моря. К сожалению, в связи с кончиной автора этот монументальный труд остался незавершенным, в частности, в нем отсутствуют главы, посвященные отечественной географии почв и растений.

Переехав в 1905 г. в Одессу по состоянию здоровья, ученый активно включился в педагогическую деятельность. В 1916 г. он выступил на общем собрании съезда преподавателей мужских гимназий и реальных училищ местного учебного округа с докладом «Экскурсии в средней школе Одесского округа». Танфильев отметил в нем исключительно большое учебно-воспитательное значение подобных приемов обучения для изучения родного края, предложил ввести их в учебные планы и создать при школах



Типичный ландшафт Среднего Урала.
1990 г.

Характерный почвенный профиль
в южной части степной зоны,
где черноземный горизонт ярко выражен. 2006 г.



фонды, откуда черпались бы средства для покрытия расходов на эти мероприятия.

В Новороссийском университете (Одесса) ученый читал лекции по общему землеведению и страноведению, разработал ряд новых курсов, в том числе по физической географии России. Он остро чувствовал отсутствие учебных пособий по своему предмету. Поэтому в предисловии к первой части вышеупомянутого многотомника указал: «В русской литературе до сих пор не имеется труда, который можно было бы назвать университетским курсом географии России... Такое положение дела и побудило меня издать — в несколько расширенном виде — читаемый мною в Новороссийском университете курс географии России».

Между тем в своих трудах Танфильев всегда подчеркивал исключительное разнообразие географических условий нашей страны и утверждал, что отечественные исследователи находятся в привилегированном положении по сравнению с зарубежными. «Крайний северо-восток Европейской России и большая часть Сибири, — писал он, — находятся в области вечной мерзлоты, но ни границы этой мер-

злоты, ни мощность ее до сих пор точно не известны, хотя уже имеются попытки решения этих вопросов. Должны они быть решены непременно русскими учеными, потому что нигде в Европе более мерзлоты нет. <...> Нигде в Европе нет столь типично выраженной и развитой на столь обширном пространстве почвы, какую является наш чернозем со всеми его разновидностями. Нигде поэтому нет столь удобных условий для изучения, с одной стороны, зависимости характера почвы от климата, рельефа, возраста страны и иных факторов, а с другой, влияния почвы на характер растительности. <...> Природа горных стран представлена у нас на Кавказе еще более полно, чем в Альпах, он значительно обширнее и выше, климат его и растительность неизмеримо разнообразнее, фауна богаче и оригинальнее, контрасты природы на разных склонах гораздо резче...». Вывод ученого актуален и по сей день.

Фото Н. Вехова

У КРОМКИ СХОДНЕНСКОЙ ЧАШИ



Ольга БАЗАНОВА, журналист

**На северо-западе Москвы (район Южное Тушино),
на живописной возвышенности у слияния рек Братовка и Сходня,
находится одна из наименее известных
нашим современникам столичных усадеб — Братцево.
Между тем владельцами здешней вотчины и ее гостями в разное время
были представители именитых российских родов, деятели культуры
и науки, оставившие яркий след в отечественной истории.**

Нынешняя территория Москвы и области была освоена человеком с давних времен, чему немало способствовали ее рельеф и биологическое разнообразие: высокие холмы; многочисленные водоемы, богатые рыбой; густые леса, изобиловавшие зверем и птицей. Одно из столь благодатных мест — так называемая Сходненская (или Тушинская) Чаша: здесь река Сходня делает подковообраз-

ный изгиб, а ее долина, повторяя эту дугообразную форму, образует впадину диаметром около 1 км и глубиной до 40 м, похожую на кратер вулкана или на амфитеатр.

Происхождение этого уникального памятника природы, по-видимому, связано с оползневыми процес-

Сходненская Чаша.



Фрагмент карты Тушина 1860 г.
В центре — Сходненская Чаша.

«Сходненский череп».



сами голоцена (последнедикувского периода), происходившими в IX — начале VII тыс. до н.э. Река, в то время значительно более полноводная, чем теперь, постепенно размывала окружающие породы, одновременно мелела и в итоге оказалась на дне огромной воронки, окруженная топкими берегами, создав прекрасные условия для жизни земноводных, а также водоплавающих и болотных птиц, обитающих тут и теперь. Причем ныне многие из них, к примеру остромордая лягушка, обыкновенный тритон, живородящая ящерица, обыкновенный уж, из пернатых — бекас, камышница, луговой конек, занесены в Красную книгу Москвы.

А на крутых склонах котловины, поросших лиственным лесом, сформировались защищенные естественными валами террасы, представлявшие собой удобные прибежища для наших далеких предков. Не случайно именно в здешних местах в 1939 г., во время строительства Сходненской ГЭС (вошла в состав Канала им. Москвы*), была обнаружена верхняя

часть окаменевшего скелета головы человека эпохи позднего палеолита, известная специалистам как «сходненский череп». Наряду с Зарайской стоянкой* он является древнейшим свидетельством проживания людей на территории московского региона, к тому же одним из самых северных в Европе. Вместе

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

*См.: О. Базанова. У Николы Зарайского. — Наука в России, 2011, № 3 (прим. ред.).

*Храм Покрова Пресвятой Богородицы.**Главный дом усадьбы Братцево.*

с этой находкой возрастом 10–16 тыс. лет с 4-метровой глубины извлекли кости мамонта, первобытного быка, овцебыка, многочисленные остатки древесины — березы, ивы, ольхи.

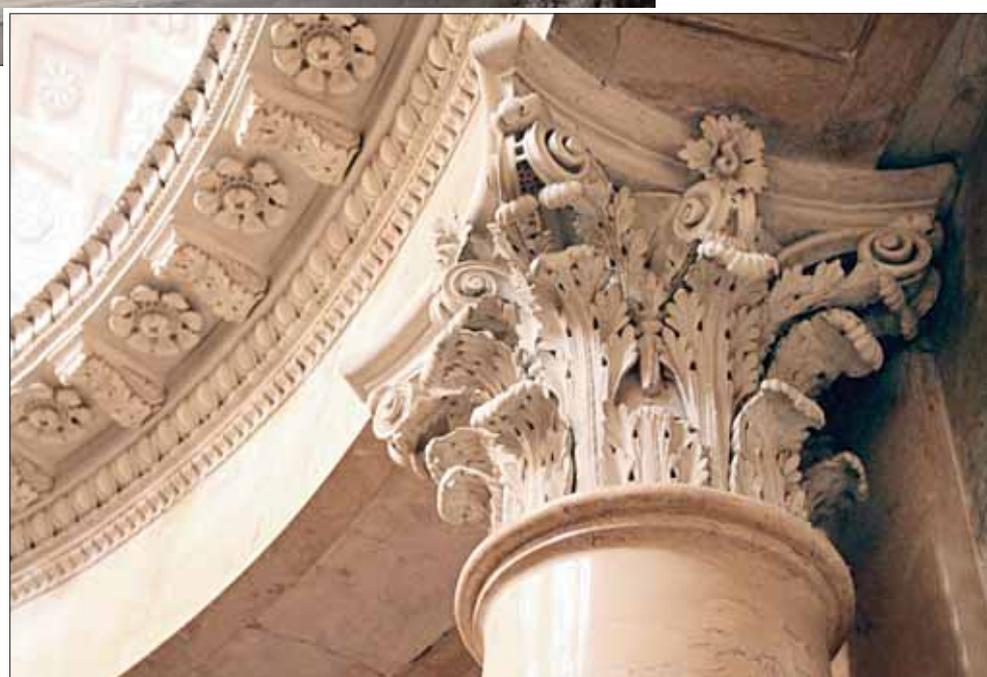
Уникальный артефакт первым исследовал выдающийся отечественный археолог (с 1964 г. доктор исторических наук) Отто Бадер и идентифицировал его как фрагмент останков человека переходного типа от неандертальца к современному. Такой вывод ученый сделал благодаря соответствующим особенностям черепа — очень низкому покату лбу, силь-

но выступающим надбровным дугам, свойственным нашим далеким предкам, и т.д. Согласно версии других исследователей, костяк принадлежал кроманьонцу*.

Еще большей сенсацией, чем свидетельство о пребывании здесь людей в столь давние времена, стал четкий отпечаток на поверхности «сходненского черепа» регулярной сетчатой структуры, очень напо-

*Кроманьонцы — ранние представители современного человека в Европе и отчасти за ее пределами, жившие 40–12 тыс. лет назад (*прим. ред.*).

Фрагменты убранства
главного дома усадьбы.





Беседка-ротонда «Миловид».

минающей материю, изготовленную на ткацком станке. Изучавшие находку вскоре после ее обнаружения специалисты Московского научно-исследовательского института лубяных волокон (с 1988 г. Центральный НИИ комплексной автоматизации легкой промышленности) и лаборатории антропологии Института антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова подтвердили правомочность такой гипотезы. И если она верна, то перед нами древнейший в мире след от ткани.

По-видимому, при захоронении на покойного надели плотно облегающий головной убор. Постепенно он, по мнению главного археолога Москвы Александра Векслера, пропитался почвенными кислотами, в дальнейшем растворившими волокна нитей, но зафиксировавшими их отпечаток в процессе минерализации скелета. Однако это пока лишь предположения, и вопросов, связанных с этой находкой — одной из самых больших загадок археологии, остается немало (ныне она хранится в Музее истории города Москвы).

В Сходненской Чаше сохранились и остатки так называемого Тушинского городища, впервые исследованного в 1927 г. археологом Константином Виноградовым. Оно относится к дьяковской культуре (ранний железный век), распространенной в I тыс. до н.э. — VI в. на западе нынешней Новгородской области, Верхней Волге, Валдайской возвышенности и в Волго-Окском междуречье. Ее носители — угро-

финские племена — жили родовыми общинами на возвышенностях вблизи водоемов, окружали свои поселения глубокими рвами, земляными валами и оградой из мощных бревен.

Впоследствии сюда пришли славяне-вятичи, нередко строившие дома в местах, обжитых дьяковцами, и тоже оставили следы своего присутствия. В частности, речь идет о курганах XI—XIII вв., один из которых, названный в писцовых книгах 1620-х годов «Великой Могилой», является крупнейшим в московском регионе: его высота более 7 м, диаметр около 20 м. В 1828 г. археолог, историк Константин Калайдович изучал эту группу захоронений и составил рукописный план окружающей местности. В 1883—1885 гг. здесь вел исследования антрополог, археолог, этнограф, хранитель московского Политехнического музея* Александр Кельсиев, обнаруживший завернутые в бересту останки воина, а в соседних захоронениях — семилопастные височные подвески, краснобелые бусы из сердолика и другие женские украшения, свойственные вятичам.

В средние века Сходня была одним из звеньев оживленного водного торгового пути, а близлежащие территории входили в административный округ Горетов стан и с начала XIV в. принадлежали сподвижнику великого московского князя Ивана Калиты боярину Родиону Несторовичу Рязцу. На этих землях впоследствии появилась и деревня Братцево, впервые упомянутая в духовной грамоте 1565 г. одного из его потомков — Данилы Григорьевича Квашнина-Фомина, завещавшего ее жене. Через четыре года село перешло Троице-Сергиеву монастырю**, а в 1572 г. его выкупил постельничий (впоследствии опричный боярин) Дмитрий Иванович Годунов, дядя будущего царя Бориса***.

Одна из самых драматических страниц истории нашей страны — Смутное время (начало XVII в.)**** обернулось упадком и для Братцева: в 1618 г. уже не село, не деревня, а Горетова пустошь, как его стали именовать, перешла к дьяку Александру Иванову. В 1657 г. ее владельцем стал дворецкий и оружейничий царя Алексея Михайловича боярин Богдан Матвеевич Хитрово — основатель города Симбирска, а также Оружейной палаты*****, один из первых отечественных коллекционеров. В 1672 г. он возвел здесь каменный храм Покрова Пресвятой Богородицы с

*См.: Г. Григорян. Политехнический музей. — Наука в России, 2003, № 2 (прим. ред.).

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

***Борис Годунов — боярин, шурина Федора Иоанновича, в 1587—1598 г. фактический правитель государства, в 1598—1605 гг. — русский царь (прим. ред.).

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

*****Оружейная палата — московский музей-сокровищница, часть комплекса Большого Кремлевского дворца. Основу собрания составили веками хранившиеся в царской казне и патриаршей ризнице драгоценные предметы, выполненные в кремлевских мастерских и полученные в дар от иностранных государств (прим. ред.).



На берегу реки Сходни.

шатровой колокольней, сохранившийся до наших дней и отреставрированный в 2000 г.

К кубу основного объема церковного здания, украшенному строгим каменным декором, изразцами, рядом кокошников и увенчанному пятью главами, примыкает трапезная, а также придел Алексея человека Божьего (ныне Св. Иоанна Златоуста), построенный по проекту архитектора Афанасия Латкова в 1887 г. с целью увеличения площади для молящихся. Здешние старинные реликвии — вкладная книга боярина Хитрово, принадлежности для богослужения XVII в. (потир, дискос и т.д.) с 1924 г. находятся в Оружейной палате. А познакомиться с некоторыми страницами прошлого нашей страны в стенах храма позволяет созданный здесь уникальный Музей подвижников веры и благочестия.

Экспозиция знакомит посетителей с особым явлением в православии — старчеством (руководством со стороны духовных наставников, т.е. старцев, менее опытными людьми), существовавшим в российских монастырях XIX — начала XX в. Здесь можно увидеть личные вещи, фотографии, портреты, письма этих учителей жизни и веры, а также живописные, графические работы, написанные настоятелем храма и организатором музея священником Михаилом Малеевым.

В 1695 г. Братцево перешло родственнику царя Петра I по матери Кириллу Алексеевичу Нарышкину, затем наследникам, в числе которых был его сын Семен Кириллович — «первый шеголь в свое время», а в 1780 г. — одному из самых состоятельных и расточительных вельмож той эпохи графу Александру Сергеевичу Строганову. Потомок богатого купеческого рода соледобытчиков*, он был широко образованным

*См.: О. Базанова. У подножия Каменного Пояса. — Наука в России, 2012, № 2 (прим. ред.).

человеком, покровительствовал искусствам, в 1800—1811 гг. являлся президентом Академии художеств в Петербурге. Затем Братцево получила в собственность его жена Екатерина Петровна. После ее смерти в 1815 г. очередным владельцем стал генерал-адъютант Иван Николаевич Римский-Корсаков, как говорили, один из выдающихся красавцев второй половины XVIII в., бывший в большом фаворе у императрицы Екатерины II. Именно при нем тут вырос великолепный двухэтажный особняк в стиле классицизма (архитектор предположительно Андрей Воронихин) — ныне гордость созданного в 1999 г. на здешней территории природного парка «Тушинский».

Изящное здание крестообразной формы, построенное, как и дворец в другой московской усадьбе — Люблино*, по образцу виллы «Ротонда» итальянского зодчего Андреа Палладио (конец XVI в.), имеет четыре входа. Главный фасад, как и на противоположной стороне дома, украшен четырьмя парными колоннами, над ними — нарядный балкон, а еще выше — полукруглое окно. Слева и справа особняк имеет симметричные выступы в виде полуротонд с колоннами-кариатидами, сверху увенчан куполом, опирающимся на высокий барабан, окна и большое отверстие в центре которого хорошо освещают помещение второго этажа. Именно там находится небольшой уютный и в то же время парадный библиотечный зал, украшенный бледно-розовыми колоннами и серо-зеленоватым искусственным мрамором — центр всего сооружения.

В той же гамме отделаны и другие помещения. В некоторых из них сохранились роскошная лепнина и сделанные в 1830—1840-х годах замечательные настенные росписи, автор которых, по мнению специали-

*См.: О. Базанова. Райский уголок. — Наука в России, 2011, № 2 (прим. ред.).



**Картина Ивана Шишкина
«Полдень. Окрестности Москвы» (1869 г.),
написанная на основе
братцевских этюдов.**

стов, — известный итальянский художник Джованни Скотти. Наконец, из построек начала XIX в. в усадьбе можно увидеть флигель и беседку-ротонду «Милонид» («храм Екатерины II») с 10 колоннами, стоящую в разбитом тогда же английском (пейзажном) парке, где преобладают многолетние дубы, липы и привезенные из Европы виды сосны. Как живописно выглядело тогда Братцево, мы можем представить благодаря акварелям художника Александра Кузнецова, выполненным в 1810-х годах. Ныне эти работы, входившие в богатейшую коллекцию изобразительного искусства графов Строгановых, находятся в Государственном Русском музее (Санкт-Петербург).

В середине XIX в. хозяйкой здешнего имения была княжна Софья Федоровна Гагарина — дочь первой

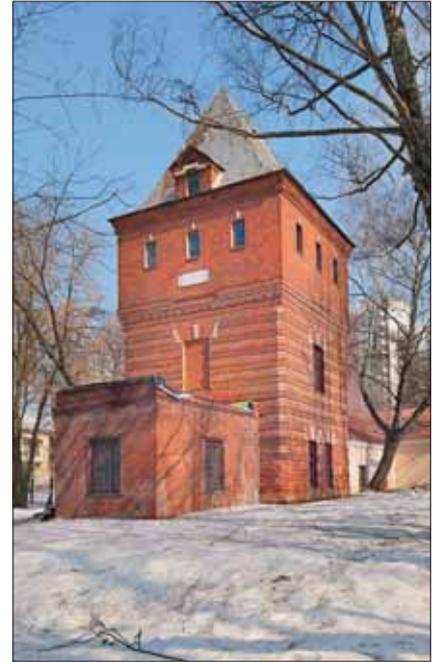
русской воздухоплавательницы Прасковьи Юрьевны Гагариной-Кологривовой, в 1803 г. совершившей полет на воздушном шаре, построенном французом Гарнереном. Знаменито Братцево и тем, что принесло славу великому пейзажисту Ивану Шишкину*. Он провел там лето 1866 г. и, как впоследствии вспоминал, работалось тогда «с жаром», каждый день удавалось написать по несколько эскизов, а самым тщательно выполненным стал «Полдень. Окрестности Москвы. Братцево».

На основе сделанных там этюдов художник в 1869 г. завершил одну из лучших своих картин «Полдень. Окрестности Москвы», приобретенную вскоре пред-

*См.: О. Базанова. Купеческая столица Прикамья. — Наука в России, 2012, № 1 (прим. ред.).



Интерьер главного дома усадьбы при последнем владельце — князе Николае Щербатове. Фото начала XX в.



Водонапорная башня.

принимателем Павлом Третьяковым для создаваемой им общедоступной художественной галереи, ныне носящей имя своего основателя (в 1892 г. меценат передал свою коллекцию вместе с построенным для нее зданием городу Москве). Так к талантливому живописцу пришло общественное признание, а собиратель с тех пор взял за правило на каждой выставке покупать его произведения.

Надо сказать, это полотно занимает особое место среди всего созданного художником, отличаясь от других его работ. Излюбленная стихия Шишкина — лес. Здесь же внимание зрителя прежде всего приковывает огромное небо с серебристыми облаками, наполняющее картину светом и воздухом. Под ним — патриархальная картина сельской жизни: поле, речка, избы, церковь с колокольней, проселочная дорога посреди ржаного поля, идущие по ней крестьяне с граблями. Изображать людей тоже не было свойственно пейзажисту, считавшему природу самодостаточной.

Последним хозяином (с 1885 г.) усадьбы стал князь Николай Сергеевич Щербатов — один из основателей и самых щедрых дарителей, а с 1909 г. товарищ Председателя московского Государственного исторического музея*. В течение многих лет он отдавал «на неотложные нужды» руководимого им учреждения получаемое в нем жалованье, что позволило устроить там

подъемники для библиотеки, отремонтировать ряд помещений, изготовить специальное оборудование, издавать труды сотрудников. В Братцеве же он построил водонапорную башню с артезианской скважиной (1898 г.), каретно-ремонтные сараи (ныне гаражи) и в 1917 г. передал усадьбу государству, активно добиваясь ее охраны как памятника истории и культуры.

В 1931 г. в Тушине начал функционировать аэродром Гражданского воздушного флота, вскоре перешедший в ведение Главного управления Северного морского пути. Там бывал и посетил усадьбу математик, географ, геофизик, астроном, полярный исследователь академик (с 1935 г.), вице-президент АН СССР в 1939–1942 гг. Отто Юльевич Шмидт*, по инициативе которого в братцевском особняке открыли дом отдыха этого ведомства. В 1936 г. по проекту архитектора Александра Варшавера к зданию пристроили одноэтажные «крылья», устроили перед ним фонтан, а неподалеку возвели процедурный корпус. Ныне здесь располагается дом отдыха Союза театральных деятелей, идут реставрация зданий и благоустройство территории.

*См.: В. Маркин. Он был соизмерим с эпохой. — Наука в России, 2012, № 3 (прим. ред.).

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

ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЕГИПТОЛОГИИ

Кандидат исторических наук
Елена ТОЛМАЧЕВА, ученый секретарь
Центра египтологических исследований РАН (Москва)

Россия стала одной из тех стран, где египтология приобрела необычайную популярность с момента расшифровки французским историком, иностранным почетным членом Петербургской АН Жаном-Франсуа Шампольоном (1790—1832) египетских иероглифов в 1822 г. История изучения культуры Египта в России имеет долгие и славные традиции, заложенные выдающимися исследователями Владимиром Голенищевым (1856—1947), академиками Борисом Тураевым (1868—1920), Василием Струве (1889—1965), Михаилом Коростовцевым (1900—1980) и др. К сожалению, отечественные ученые длительное время были лишены возможности изучать древнеегипетскую историю и культуру непосредственно в самой стране. Лишь с 1995 г. специалисты РАН стали регулярно участвовать в международных экспедициях и проводить самостоятельные исследования в различных районах Египта. В результате были обнаружены и введены в научный оборот источники, позволяющие пересмотреть многие страницы древнеегипетской истории.

НАЧАЛО ПУТИ

Еще в 1955 г. в меморандуме, обосновывающем необходимость организации советского института египтологии в Каире, видный исследователь Михаил Коростовцев писал: «Египет превратился в международную научно-исследовательскую лабораторию по археологии, антропологии, этнографии, филологии, истории, искусствоведению. Грустно констатировать, что в ней никак не представлена наша великая Родина». Однако идея создания подобного института была реализована лишь в 1992 г. Тогда наши ученые впервые приняли

участие в археологических работах на территории Египта в рамках совместных международных экспедиций. Российская сторона была представлена сотрудниками Кабинета египтологии Института востоковедения РАН во главе с доктором исторических наук Галиной Беловой (позднее — директор нашего Центра).

Археологические раскопки памятника Тель Ибрагим Авад (восточная часть Нижнего Египта) стали первыми, где работали отечественные специалисты; они проходили в рамках российско-голландского сотрудничества по программе «Дельта Нила». Затем в



Команда миссии ЦЕИ РАН в Мемфисе.

1998 г. последовал совместный с Институтом египтологии и коптологии* Мюнстерского университета (Германия) проект по расчистке и изучению фиванской гробницы № 320 (так называемый Тайник царских мумий), который продолжался до 2006 г.

Уже первый опыт участия в экспедициях показал высокую профессиональную подготовку наших специалистов, получивших признание мирового сообщества ученых. В этой связи встал вопрос о создании в системе РАН самостоятельного научного учреждения по изучению Древнего Египта с представительством, подобным тем, что имеют в этой стране США, Япония, Франция, ФРГ, Польша и многие другие государства.

Итак, в ноябре 1999 г. был создан Центр египтологических исследований (ЦЕИ) РАН. Цель его организации — изучение истории, культуры, языков и религии древнего, средневекового и современного Египта на основе данных анализа письменных источников, а также в ходе комплексных археологических работ.

В 2000 г. при поддержке Министерства иностранных дел РФ было организовано представительство нашего Центра в этой стране, что позволило отечественным ученым проводить там ширококомасштабные исследования.

ОСНОВНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПРОЕКТЫ

С 1988 г. в рамках проекта NFARE** голландцы начали раскопки в Тель Ибрагим Аваде. Первым

*Коптология — наука, объектом которой является культура коптов в ее различных проявлениях: язык, литература, церковная жизнь, эпиграфика, книжное дело, изобразительное искусство, хозяйственная жизнь и т.д. Коптами называют египтян-христиан (прим. ред.).

**Netherlands Foundation for Archaeological Research in Egypt — Нидерландский фонд археологических исследований в Египте (прим. ред.).

руководителем работ был Эдвин ван ден Бринк, а с 1991г. — хранитель египетской коллекции музея Фиц-Уильям (г. Амстердам) Вильям ван Хаарлем. С 1995 г. в экспедиции стали участвовать и наши ученые — она получила статус совместной российско-голландской. Возглавили ее с нашей стороны Галина Белова, с голландской — Вильям ван Хаарлем. Раскопки шли несколько сезонов с 1995 по 2001 г.

Место проведения работ было выбрано не случайно. Современная провинция Шаркия на северо-востоке дельты Нила (ныне — третья по численности населения провинция Египта) чрезвычайно богата историческими памятниками. В древности здесь находился самый восточный египетский ном*, обладавший важным политическим, стратегическим и экономическим значением. Археологический памятник Тель Ибрагим Авад расположен близ древней столицы знаменитого фараона-завоевателя эпохи Нового царства — Рамсеса II (ок. 1303 — 1213 гг. до н.э.). Уже в ранние эпохи истории страны географическое положение этого населенного пункта было оценено египетскими правителями, особенно с точки зрения контактов с «азиатскими» племенами. Скорее всего, именно через Тель Ибрагим Авад проходили так называемые Пути Хора, по которым в земли Восточного Средиземноморья следовали военные и торговые экспедиции.

В ходе работ на памятнике стало ясно: мы имеем дело с одним из древнейших в Египте храмовых комплексов, датированным прото/раннединастическим временем (конец IV — начало III тыс. до н.э.). Храм просуществовал около полутора тысяч лет, примерно до XII династии фараонов, переживая этапы обнов-

*Ном — греческое и римское название административной единицы в Древнем Египте, утвердившееся с эллинистического периода и также применяемое в науке к более древним эпохам истории государства (прим. ред.).



Раскопки городища
Ком Туман (Мемфис).

Картонажная маска.
Римское время
(конец I в. до н.э. — I в. н.э.).
Папирус, грунт, темпера.
Дейр эль-Банат (Фаюм).

лений, реконструкций, перестроек и периоды запустения.

Огромное значение имеет обнаружение здесь тайников с посвященными предметами, аналогичными обнаруженным в Абидосе, Иераконполе и Элефантине*. Это дает основание предполагать: Тель Ибрагим Авад был не только городом, откуда начинались торговые и военные экспедиции в страны Восточного Средиземноморья, но и важным религиозным центром.

ТАЙНИК ТТ 320

Открытие тайника царских мумий (так называемый царский кашет, или фиванская гробница № 320) в конце XIX в. стало одним из сенсационных событий в истории египтологии. Там были найдены мумии величайших правителей Египта: Тутмоса III, Сети I, Рамсеса II, Рамсеса III** — всего сорок тел царей и членов их семей. В гробнице также обнаружили около 6000 предметов — царские саркофаги, свитки «Книги мертвых», ритуальные одеяния и другие памятники древнеегипетской истории и искусства.

*Элефантина (или Абу) — название египетского острова с одноименным древним (ранее III тыс. до н.э.) городом на реке Нил. Ныне остров называется Гезирет-Асуан и находится в черте современного египетского города Асуана. Абидос (Абджу) — город, который входил в VIII верхнеегипетский ном. Иераконполь (или Гиераконполь) — один из древнейших египетских городов, центр культа божества Гора. В энеолитический период на его месте находилось поселение и могильник (*прим. ред.*).

**Тутмос III — фараон Древнего Египта, правивший приблизительно в 1479—1425 гг. до н.э., из XVIII династии; Сети I — древнеегипетский фараон, правивший приблизительно в 1290—1279 гг. до н.э., из XIX династии, сын Рамсеса I и царицы Сатры; Рамсес II Великий — фараон, правивший приблизительно в 1289—1213 гг. до н.э., из XIX династии, сын Сети I и царицы Туйи; Рамсес III — фараон Древнего Египта, правивший приблизительно в 1185—1153 гг. до н.э., из XX династии (*прим. ред.*).

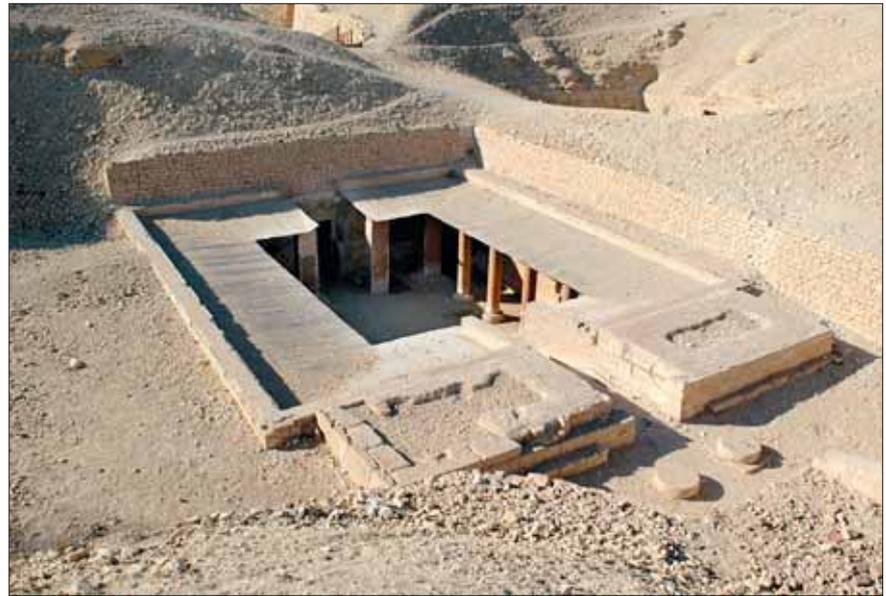


Обнаружил этот тайник житель г. Луксор Абд эль-Рассул. Он с семейством несколько лет активно грабил царское захоронение и сбывал раритеты на местном антикварном рынке, чем и привлек внимание властей. После расследования, пыток и солидного вознаграждения один из его родственников открыл местоположение царских мумий.

Комиссия, организованная в 1881г. египетской Службой древностей для изучения тайника, действовала странным образом: за три дня из гробницы извлекли все памятники, причем без документации, фотофиксации и даже без элементарной описи предметов. Само помещение так и не исследовали, вход в него надолго оставили открытым, что привело к сильному разрушению памятника. Со временем он оказался полностью завален камнем.

В 1998 г. наш Центр и специалисты Института египтологии и коптологии Мюнстерского университета после тщательного изучения состояния гробни-

Гробница ТТ 23 (Луксор).



Роспись кивория в южном алтаре,
посвященном святому
Иоанну Предтече (XIII в.).
Темпера, дерево.



цы разработали совместную методику ее изучения. Возглавили экспедицию Галина Белова и профессор Мюнстерского университета Эрхарт Графе. В ходе полевых сезонов 1998—2006 гг. гробницу полностью расчистили и затем составили ее первый точный план. Обнаруженные новые письменные источники и множество предметов, в том числе извлеченные в 1881г., ныне хранятся в Луксорском музее.

Результаты работ российско-германской экспедиции позволили пересмотреть многие вопросы исто-

рии Древнего Египта Позднего периода и представляют огромный интерес для мировой аудитории.

МЕМФИС

С 2001 г. наш Центр проводит археологические раскопки на месте, где в древности располагалась первая столица Египта — Мемфис. В итоге сотрудничества специалистов различных отраслей знания — историков, филологов, археологов, геофизиков и т.д. — удалось приоткрыть завесу над прошлым одного из самых прославленных и многонаселенных городов древнего мира.

Его основание связывают с именем легендарного древнеегипетского фараона Менеса*, первого объединителя страны и создателя египетского государства, столицей которого стал Мемфис. На протяжении веков этот город переживал взлеты и падения, но никогда не утрачивал своего политического значения. Даже после основания в 332 г. до н.э. новой столицы Египта — Александрии, Мемфис продолжал оставаться крупным торговым и политическим центром, а коронационные торжества правителей Египта проходили в находившемся здесь храме Птаха.

Сегодня археологический памятник Мемфис представляет собой десяток искусственных холмов и занимает обширную территорию более 500 га. На ней расположены современные деревни Митрахина, Эзбет Габри, Азизия и город Бадрашейн. Площадь всего сектора застройки составляет 20 га.

*Менес — имя «Менес» («Мен») употребляется древнеегипетским историком Манефоном, а другими формами его имени являются также Мина (по Геродоту) и Менни; в переводе с древнеегипетского «Мена» означает «Прочный», «Крепкий», «Вечностоящий». Согласно античным авторам, первый земной правитель Древнего Египта, основоположник I династии, живший приблизительно в XXXII, XXXI или XXX вв. до н.э. (более распространена датировка — ок. 3050 г. до н.э.) (прим. ред.).



Консервация рельефов
внутреннего двора
гробницы ТТ 23 (Луксор).

Благодаря геофизическим исследованиям установлено: толщина культурных слоев здесь достигает 12 м. Кроме того, составлена топографическая карта местности, выбраны перспективные места для проведения раскопок.

В ходе нескольких археологических сезонов удалось раскрыть поселение, относящееся к Позднему и Греко-римскому периодам*. Тут обращают на себя внимание мощные крепостные стены из сырцового кирпича, многочисленные хозяйственные и административные постройки. Найденные металлургические печи и другие следы производства свидетельствуют о значении Мемфиса как центра ремесла и торговли.

Среди находок особый интерес представляют фрагменты рельефов и стел, многочисленные терракотовые и фаянсовые статуэтки богов и богинь, амулеты, амфоры для вина и масла, керамические сосуды с иератическими надписями**. Уникальна скульптурная модель царской головы из известняка, стилистически датированная временем правления XXVI династии (VII в. до н.э.).

В процессе археологических работ стало также ясно: история памятника восходит к ранним периодам существования древнеегипетской цивилизации. В настоящее время обнаружены строительные горизонты, относящиеся ко времени Нового царства, а находка многочисленных фрагментов керамики

*Поздний период в истории Древнего Египта охватывает правление фараонов XXVI—XXX династий (664—332 г. до н.э.), окончившееся завоеванием этого государства Персидской империей и затем Александром Македонским. Греко-римский период — эпоха с 332 г. до н.э., когда произошел захват Египта Александром Македонским; был основан город Александрия; 30 г. до н.э. — аннексия Египта Римом (прим. ред.).

**Иератика — ранняя форма древнеегипетской скорописи нанесением иероглифических знаков кисточкой на папирус, остраконы (черепки глиняного сосуда, а также морские раковины или осколки известняка), камень или кожу, в результате чего надпись приобретала более округлую и курсивную форму (прим. ред.).

Среднего и Древнего царств свидетельствует: эта часть городища была заселена уже в III тыс. до н.э.

Проведенные раскопки подтверждают сообщения античных авторов о том, что некогда Мемфис был многолюдным и интернациональным городом, где сосуществовали представители разных религий и культур и сходились самые оживленные торговые пути. Однако это лишь малая доля массива информации, которую можно получить в ходе дальнейших поисков.

ФИВАНСКАЯ ГРОБНИЦА ТТ 23 В ЛУКСОРЕ

В декабре 2006 г. Центр египтологических исследований РАН приступил к изучению фиванской гробницы № 23 (Шейх абд эль-Курна, Луксор).

Это хорошо сохранившийся комплекс, состоящий из монументальных ворот (пилона), за которыми открывается обширный двор, обнесенный по периметру колоннадой. Двор, где отправляли заупокойный культ, предваряет вырубленную в скальном массиве галерею; затем начинается извилистый спуск в погребальную камеру. Стены двора и скальных помещений были покрыты расписными рельефами со сценами поклонения различным богам, историями из жизни владельца сооружения, а также изображениями погребальной процессии и многими другими сюжетами. В целом убранство гробницы является классическим образцом фиванского искусства Нового царства Египта.

Отметим: многие помещения гробницы никогда не были исследованы. Нашим коллегам предстоит изучать эпиграфический материал, проводить полную реставрацию объекта.

В ходе работ мы уже осуществили археологическое исследование комплекса, сделали обмеры и составили точный план доступных помещений гробницы. Реставрационные работы, включавшие пробы на расчистку и укрепление красочного слоя, выявили



Раскопки некрополя Дейр эль-Банат.

самые слабые и подверженные разрушению участки как конструкции гробницы, так и отдельных рельефов и росписей.

В результате расчистки помещений обнаружены более 1500 фрагментов рельефов и росписей, выпавших из стен захоронения, а также около 500 предметов погребальной утвари или их фрагментов (фигурки ушебти*, фрагменты деревянных саркофагов, папирусы с текстом «Книги мертвых», статуэтки Птаха-Сокара-Осириса, амулеты, гробничные конусы, перевязи мумий и т.д.). В течение полевого сезона 2012 г. специалисты продолжили составлять архитектурное описание с целью создания трехмерной модели гробницы.

АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ В ФАЮМСКОМ ОАЗИСЕ

С 2003 г. мы проводим археологические и антропологические изыскания в знаменитом Фаюмском оазисе к юго-западу от Каира.

Археологический памятник Дейр эль-Банат (в переводе с арабского «Девичий монастырь») расположен на юго-восточной окраине оазиса, приблизительно в 2 км к северо-западу от монастыря Архангела Гавриила в Наклуне. Памятник изучает наша экспедиция при участии Института биоархеологии, который является частью отдела Древнего Египта и Судана Британского музея в Лондоне (директор — Рокси Вокер).

Фаюмский оазис был заселен во все эпохи египетской истории, однако широкую известность он получил в конце XIX в. после обнаружения здесь фаюмских портретов (так в египтологии принято называть живописные изображения, сделанные на деревян-

*Ушебти — специальные фигурки, изображающие человека, как правило, со скрещенными на груди руками либо с какими-нибудь орудиями труда. Считалось, что они необходимы для выполнения различных работ в загробном мире вместо хозяина. Обычно их изготавливали из дерева или мягкого камня — алебастра и стеатита (прим. ред.).

ных досках или холстах восковыми красками и накладывавшиеся на лица мумий).

Здесь, на территории российского сектора, расположены руины древнего коптского монастыря и огромный некрополь. В 1980-х годах последний был частично раскопан местными археологами. Они открыли расписные полихромные саркофаги, обнаружили богатый погребальный инвентарь, несколько кладов римских монет, орудия из бронзы, фаянсовые и терракотовые статуэтки. Было найдено несколько фаюмских портретов.

Российские специалисты приступили к полномасштабным раскопкам некрополя в 2005 г. и продолжают их до сих пор. В 2007 г. они проводили магнитные исследования на территории монастыря; в 2010 г. обследовали захоронение. В том же году был апробирован метод разведки с помощью георадара. К сожалению, даже с его помощью подземные археологические объекты выявить пока не удалось, поскольку верхние слои памятника в значительной мере потревожены грабительскими раскопками и содержат большое число фрагментов керамики, битого обожженного кирпича.

Пока же археологи обнаружили около 300 погребений римского и раннехристианского периода с прекрасно сохранившимися мумиями, тематическим инвентарем, бронзовыми украшениями. К числу наиболее интересных открытий следует отнести картонажи, позолоченные маски, раскрашенные саркофаги, образцы текстиля. Изумительной красоты и сохранности деревянные расписные саркофаги и картонажные маски (предшественники фаюмских портретов) пополнили собрания египетских музеев.

Важной составной частью исследований стал антропологический материал. Так, проанализировав свыше 100 костных останков, отечественные специалисты сделали выводы о составе населения, продол-



**Храм эль-Муаллака
(Старый Каир).**

жительности жизни древних египтян, основных болезнях и рационе.

Специалисты Института антропологии и этнологии им. Миклухо-Маклая РАН (Москва), с которыми сотрудничает наш Центр, выполнили несколько графических реконструкций, позволяющих наглядно представить внешний облик жителей Фаюмского оазиса в древности.

В 2007—2010 гг. сотрудники нашего Центра совместно с палеозоологами Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (Москва) осуществили раскопки уникального захоронения (№ 133), обнаружив в нем тело десятилетнего ребенка, лежавшее в верхней части заполнения могильной ямы. Под костяком ученые нашли мумифицированные остатки более 100 собак, как взрослых особей, так и щенков. На телах и мордах многих из них сохрани-

лись фрагменты фиксирующей обмотки из растительных волокон.

Все сказанное свидетельствует: дальнейшие наши поиски позволят обнаружить новые артефакты, рассказывающие о быте и верованиях древних египтян, найти пока неизвестные фаюмские портреты, а возможно, и богатейшие захоронения Греко-римского периода.

АЛЕКСАНДРИЯ

История Александрии началась в 332 г. до н.э., когда Александр Македонский основал на месте небольшого поселения Ракоте столицу своей гигантской державы. Сооружение первых городских построек было закончено при Птолемее II Филадельфе (285—246 г. до н.э.). С этого времени Александрия стала не только новой столицей Египта, но и центром



Подводно-археологические раскопки в Александрии.

культуры эллинистического мира. Здесь находились знаменитый музей и библиотека, куда стремились попасть все ученые древности, был возведен Александрийский маяк — одно из семи чудес света. Однако после заката Римской империи Александрия, к тому времени ставшая крупнейшим средиземноморским городом, постепенно пришла в упадок. Войны и землетрясения разрушили основные постройки, часть города ушла под воду.

Российские ученые только недавно получили право на изучение части акватории нынешней Александрии. Так, в 2003 г. мы начали исследования прибрежной зоны в обширной акватории районов Анфуши и Агами площадью более 80 км².

Работы ведутся с применением методов площадной разведки, позволяющей сконцентрировать усилия на самых перспективных объектах. В том числе удалось локализовать три места возможных кораблекрушений, признаком которых служат скопления фрагментов керамических изделий, преимущественно амфор. Некоторые наиболее интересные предметы были подняты со дна. Сделанное дает надежду на обнаружение на территории концессии руин средневековых фортификационных сооружений, когда-то возведенных на прилегавших к порту (а ныне ушедших под воду) островах. Учитывая, что трансгрессия моря в Александрии достигла 8 м, нельзя исключить обнаружение затопленных кварталов древнего и средневекового периода.

РЕСТАВРАЦИЯ ХРИСТИАНСКИХ ПАМЯТНИКОВ

Реставрационные работы в Египте занимают важное место среди основных направлений деятельности нашего Центра, сотрудничающего в этой области со специалистами ведущих российских объединений

соответствующего профиля и, в первую очередь, со Всероссийским художественным научно-реставрационным центром им. академика Игоря Грабаря (Москва).

Одним из первых опытов подобного совместного участия в международном проекте стало изучение и реставрация (в 1999—2003 гг.) коптских икон, являющихся важной составной частью коптского культурно-исторического наследия. Работы осуществлялись при поддержке Нидерландского института египтологических и арабских исследований (Каир), Американского исследовательского центра (Каир), Института коптологических исследований (Каир), Высшего совета по древностям Министерства культуры Египта и Коптской патриархии.

Все началось с описания и изучения степени сохранности и возможностей реставрации наиболее поврежденных иконописных памятников. В итоге с искусствоведческой и реставрационной точек зрения удалось описать свыше 2 тыс. единиц, в том числе около 30 средневековых.

Затем ученые приступили к реставрации самых ценных памятников. Российские специалисты трудились в содружестве с египетскими коллегами в мастерских, разбросанных по всей стране. В 2001—2003 гг. они провели консервацию икон в храмах Каира, Фаюма, Хусеи, Сохага, Ахмима*. В целом за время реализации проекта наши сотрудники восстановили около 200 икон.

*Фаюм — город в среднем Египте, расположенный в одноименном оазисе и окруженный со всех сторон Ливийской пустыней; Сохâг — город в центральном Египте в среднем течении реки Нил, центр одноименной провинции; Ахмим — город в египетской провинции Сохâг, находится в нильской долине в 4 км к востоку от г. Сохâг. Древнегреческие названия этого города — Хеммис и Панополь (*прим. ред.*).



Изображение Чаи, владельца гробницы ТТ 23 (Луксор).

Богиня Хатхор. Период эллинизма. Птоломеевское время (IV—I вв. до н.э.). Скульптурная модель. Известняк.

Однако самым значимым и масштабным достижением отечественных ученых совместно с египетскими коллегами при активном участии Высшего совета по древностям Египта стала реставрация внутреннего убранства одного из древнейших и почитаемых коптских храмов Каира — церковь Богоматери эль-Муаллака. Ее арабское название «эль-Муаллака» («висячая») объясняется особенностями конструкции. Церковь построена при римском императоре Диоклетиане над южными воротами крепости Вавилон между двумя подковообразными башнями, что создавало у стороннего наблюдателя впечатление, будто она парит в воздухе. Европейские путешественники и паломники часто называли ее *della scalla*, имея в виду величественную лестницу, ведущую вовнутрь.

В коптской традиции история этого храма тесно связана с евангельскими событиями — бегством Святого семейства в Египет от преследований царя Ирода. Основные постройки датируются VII в., хотя первое письменное упоминание о нем относится лишь к правлению коптского патриарха Иосифа (831—849 г.).

За несколько веков существования церкви многие ее части пришли в упадок. Лишь в 2001—2003 гг. Высший совет по древностям Египта провел инженерные работы по реконструкции здания (отвели грунтовые воды, укрепили фундамент и стены и т.д.). Было также принято решение о консервации памятника, после чего в сентябре 2003 г. Министерство культуры Египта, рассмотрев методы различных реставрационных школ (итальянской, французской, польской и российской), приняло решение пригласить именно наших специалистов. Они восстанавливали настенную и станковую живопись, каменную мозаику, резьбу по дереву, камню и кости. Кроме того, оказалось, что многие декоративные элементы храма покрыты толстым слоем загрязнений и записей (в некоторых местах до 5 слоев), который затем был удален.



Кафедра, с которой священник читает проповеди, выполненная из белого и цветного мрамора и украшенная уникальной мозаикой, за долгие годы пришла в аварийное состояние. Поэтому в ходе работ некоторые колонны ее опоры демонтировали, затем их конструкцию укрепили металлически-



*Реставрация предела
святого Таклы Хайманута
в храме эль-Муаллака
(Старый Каир).*

ми стержнями и установили на прежнее место. Также были восполнены утраченные части мраморного фриза, реконструированы фрагменты мозаичного панно.

Наиболее трудоемкой оказалась реставрация деревянных алтарных преград XIII—XVIII вв., покрытых тонкой резьбой и инкрустацией из черного дерева и слоновой кости. Отдельные резные костяные накладки восходят, по предположениям специалистов, к VIII—IX вв.

ВОЗВРАЩЕНИЕ РОССИЙСКОЙ НАУКИ В ЕГИПЕТ

В 2006 г. был подписан договор между РАН и Академией наук и технологий Египта, после чего наш Центр стал координатором основных египетских проектов Российской академии наук в гуманитарной сфере. Сотрудники ЦЕИ РАН являются членами Международной ассоциации египтологов, Международной ассоциации коптских исследований и Европейской ассоциации археологов.

В заключение хочется отметить: рядом со входом в Каирский музей расположен небольшой мемориал — на постаментах воздвигнуты бронзовые бюсты крупнейших ученых-египтологов из разных стран. Наш Центр, опираясь на поддержку руководства РАН, выступил с инициативой увековечить память выдающегося отечественного исследователя Владимира Голенищева — основателя кафедры египтологии в Каирском университете и установить его бронзовый бюст. Торжественное мероприятие организовала РАН совместно с российским посольством в Египте при поддержке Высшего совета по древностям. И 2 марта 2006 г., когда исполнилось 150 лет со дня рождения Владимира Голенищева, состоялась церемония установки его бюста (скульптор Петр Степанов) как символа возвращения российской науки в Египет.

Иллюстрации предоставлены автором

САД В ДОЛИНЕ КУЛЛУ

Кандидаты биологических наук Владимир ШАТКО,
Светлана ПОТАПОВА, старшие научные сотрудники
Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН,
доктор философских наук Виктор ФРОЛОВ,
заместитель генерального директора
Музея Н.К. Рериха (Москва)

Наши замечательные соотечественники живописец, путешественник, писатель Николай Рерих и его сыновья Святослав — художник и Юрий — востоковед в 1930-1940-е годы жили и работали в Индии. В Наггаре (Куллу) они создали Институт гималайских исследований (Международный научный центр) — «Урусвати», с которым сотрудничали выдающиеся ученые разных стран — Альберт Эйнштейн, Луи де Бройль, Николай Вавилов и др. В настоящее время благодаря усилиям Международного центра Рерихов (Москва), сотрудникам Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, Зоологического музея МГУ им. М.В. Ломоносова и индийских коллег здесь возобновляются научные исследования. Материалы для данной статьи авторы собрали при обследовании насаждений усадьбы Николая Рериха в Наггаре в 2010-2011 гг., а также архивных документов Международного центра Рерихов.

Гималаи — высочайшие горы мира. В северо-западной их части, располагающейся в индийском штате Химачал-Прадеш, лежит живописная долина Куллу (ее называют также Долиной 360 богов). Она простирается с севера на юг на 80 км, то расширяясь до 2–3 км, то сужаясь до узкого каньона. По дну ее течет бурная река Беас. Вершины окружающих хребтов увенчаны снежными шапками, а склоны покрыты густыми лесами с преобладанием кедра гималайского.

Долина Куллу упоминается еще в древней Махабхарате, герои которой начинали отсюда свой путь.

Было время, когда ее считали концом населенного мира, а с конца XIX в. она начала приобретать славу курортной местности: английские офицеры привозили сюда свои семьи на отдых.

Не зря именно здесь, в долине Куллу, решил обосноваться Николай Рерих. Это место он выбрал после долгих путешествий-экспедиций по Тибету и Гималаям*. В 1928 г. Николай Константинович купил дом в местечке Наггар, лежащем в 40 км севернее г. Куллу, в верховьях долины на высоте почти 2000 м;

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



Н. Рерих. 1930-е годы.

Вид усадебного дома Н. Рериха на момент покупки. 1928 г.



эта незамысловатая по архитектуре постройка 1880 г. ранее принадлежала английскому полковнику. Дом окружает небольшая, но уютный парк*, расположенный на трех уступах западного склона хребта на левом берегу Беаса.

К зданию ведет неширокая аллея под сенью величественных гималайских кедров (*Cedrus deodara*) и индийской сирени, или лагерстремии (*Lagerstroemia indica*) — многоствольного высокого кустарника с зонтиковидной кроной. Весной кусты усыпаны густыми соцветиями из многочисленных ярко-розовых махровых цветков. Отсюда, очевидно, происходит местное название растения — *Indian pride* (гордость Индии). Осенью лагерстремии полыхают огнем ярко окрашенной листвы, резко контрастируя с вечнозеленой хвоей кедров, растущих по соседству, и особенно эффектно смотрятся при вечернем освещении на фоне заснеженных гор по другую сторону долины Куллу.

*Изучение усадебного парка, гербарной и других биологических коллекций, собранных в результате известных многолетних экспедиций Рерихов по районам Центральной Азии, Тибета и Гималаев и хранящихся ныне в Институте Урусвати, осуществляется совместно Международным центром Рерихов и сотрудниками Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН в рамках программы сохранения и изучения научно-культурного наследия Рерихов в Индии (прим. авт.).

Дорожка, ведущая к дому, обсажена вечнозеленым бересклетом японским (*Euonymus japonica*), образующим живую изгородь. За ней справа — крупные кусты гортензии крупнолистной (*Hydrangea macrophylla*) с огромными шапками-соцветиями блекло-голубых цветков. Живая изгородь ограничивает палисадник треугольной формы, в центре которого два компактных деревца камелии японской (*Camellia japonica*), несколько кустов роз (белых и алых), аборигенных дафны (*Daphne papyracea*) и абутилона (*Abutilon* sp.).

Слева от дорожки, под вековыми кедрами все пространство засажено агпантусом африканским, или зонтичным (*Agapanthus umbellatus*) — декоративным многолетним растением из семейства лилейных с утолщенными корневищами и длинными темно-зелеными ремневидными листьями, собранными в прикорневую розетку. Его лиловые цветки на длинных цветоносах объединены в зонтиковидное соцветие, в котором их может быть до 80 штук! Этот наряд возвышается над землей почти на 1 м благодаря длинным цветоносам.

Почти напротив входа в усадьбу, на крутом склоне можно видеть акацию серебристую (*Acacia dealbata*), хорошо известную в России и просторечно здесь

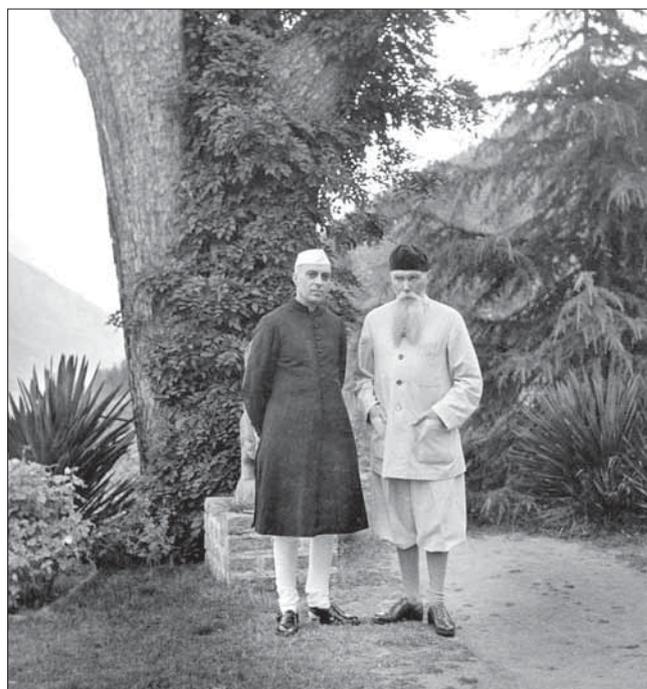


С. Рерих в парадной части парка. 1970 г.

Н. Рерих и Дж. Неру в усадьбе Наггар. 1942 г.

называемую «мимозой». Справа, у южного фасада дома растет прекрасный экземпляр вечнозеленой магнолии (*Magnolia grandiflora*) столетнего возраста, а рядом — несколько многоствольных лип (*Tilia cordata*), привезенных Рерихами из России как память о далекой родине. Стены здания увиты глицинией (*Wisteria schinensis*), вечнозеленой розой Банкса (*Rosa banksiana*) с многоцветковыми гроздьями не крупных желтых очень ароматных цветков. Из других лиан можно отметить камписис (*Campsis radicans*) и жасмин (*Jasminum* sp.).

Перед западным фасадом, обращенным к долине Куллу, также разбит палисадник с газоном, ограниченный по периметру живой изгородью из бересклета японского. Это открытое пространство позволяет видеть из окон широкую панораму долины с рекой Беас внизу и величественными хребтами Гималаев, упирающимися в небо. Северную периферию террасы, где расположен усадебный дом, занимают липа, айлант высочайший (*Ailanthus altissima*) и кусты гибискуса (*Hibiscus syriacus*). В этой части парка особо выделяется четырехствольная аборигенная гималайская сосна (*Pinus wailichiana*), под которой установлены каменные изваяния местных индуистских богов, собранные Николаем Рерихом (одного из них, именуемого Гуга Чохан — всадник на коне — можно видеть на картинах живописца). Это дерево — одно из старейших, а также самых высоких в парке, его возраст 150–200 лет, высота 40 м! Впрочем, и растущие рядом кедры гималайские не уступают сосне по высоте. А в северо-восточной части усадьбы возвышается величественная криптомерия японская (*Cryptomeria japonica*) — единственный экземпляр данной породы во всей округе.

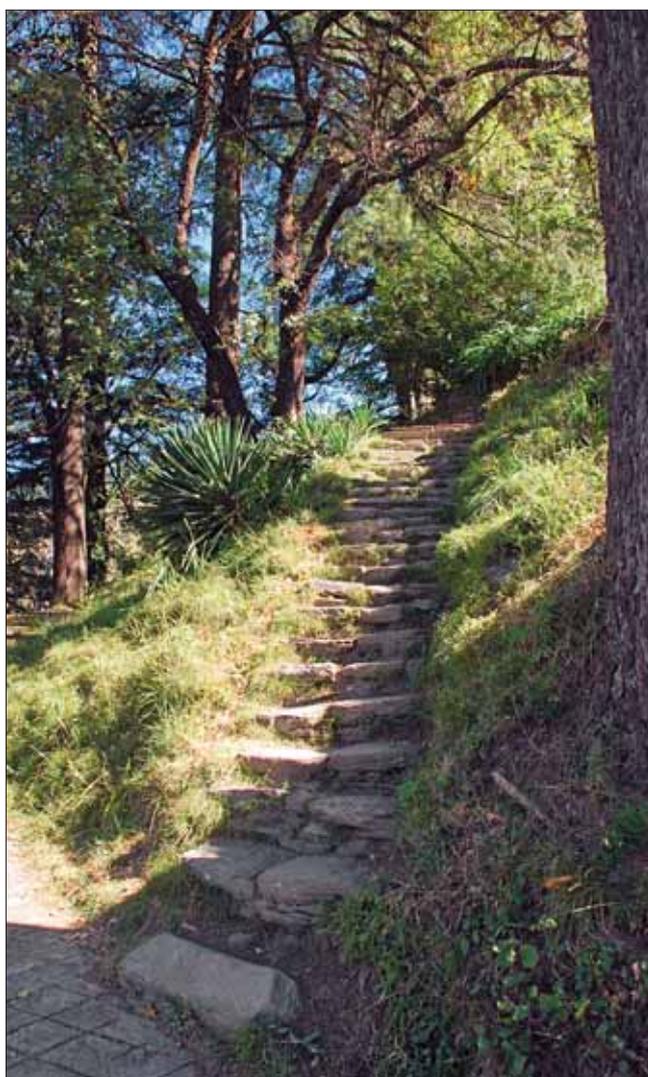


К следующей террасе парка, лежащей ниже по склону, ведет довольно крутая садовая лестница с каменными ступеньками из природного камня. Возле нее компактно растут юкки (*Yucca sellowiana*), когда-то завезенные в долину англичанами и ныне широко распространившиеся в Наггаре и его окрестностях. На этой небольшой террасе, ограниченной подпорными каменными стенками, расположен небольшой домик Святослава и его жены Девики Рерих. К нему

Современный вид
Дома-музея
Н. Рериха в Наггаре.



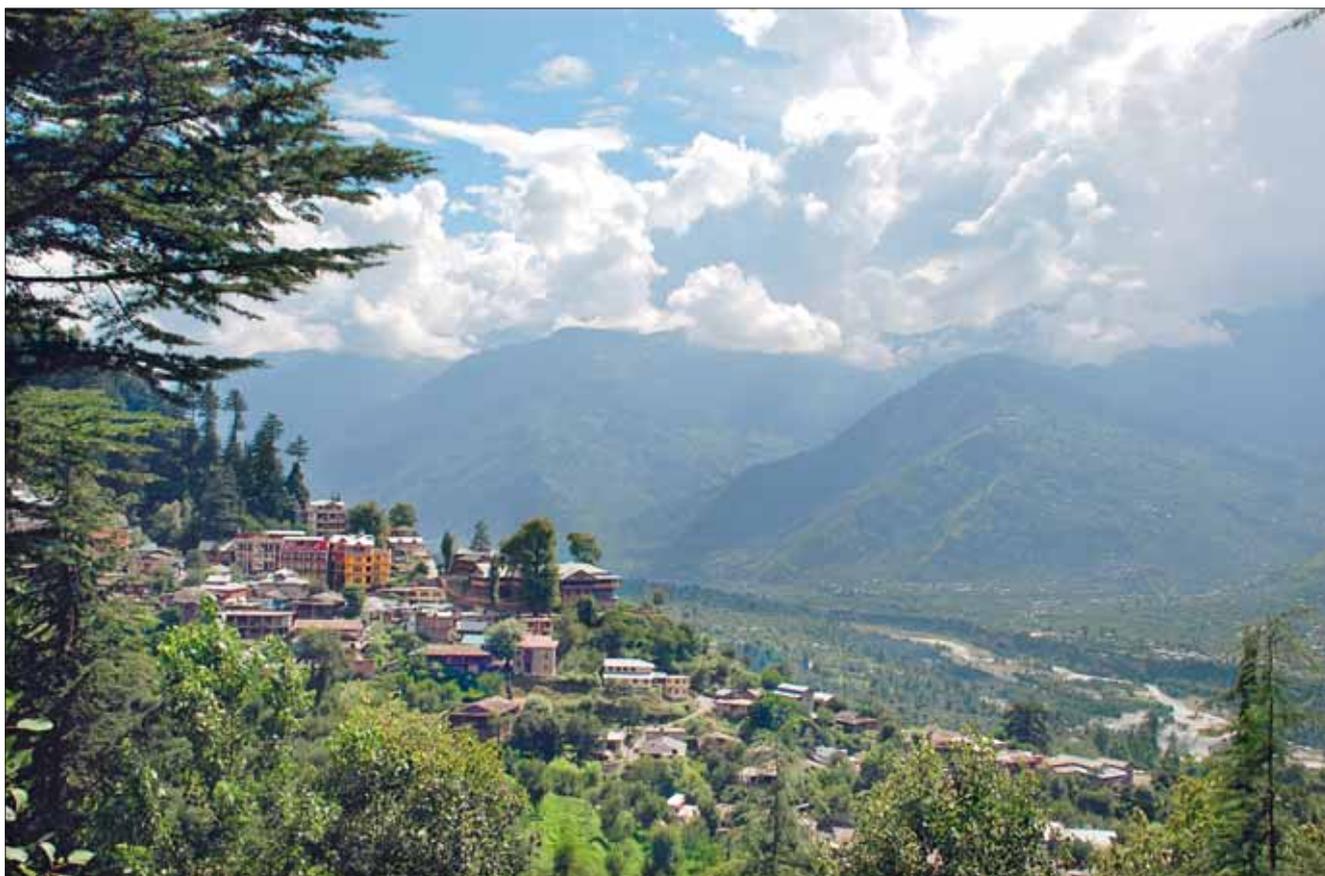
Садовая лестница в парке,
выложенная камнем.



ведет короткая аллея, обсаженная кустами лагерстре-
мии и самшита (*Vuxus* sp.). Перед домом разбиты
палисаднички треугольной и прямоугольной формы
с молодыми кустами самшита, а с тыльной сторо-
ны — небольшая открытая площадка, обращенная
на север, с восхитительным видом на верховья доли-
ны Куллу. По ее краю и на северном склоне растут
каркас южный (*Celtias australis*), абрикос (*Armeniaca
vulgaris*), сосна гималайская, а также кусты шипов-
ника и красивоплодника (*Callicanthus* sp.).

К последней, нижней террасе парка ведет изви-
стая вымощенная дорожка, а также несколько садо-
вых лестниц, традиционно выложенных местным
плоским камнем, наподобие сланца. Сам склон заса-
жен деревцами хурмы (*Diospyrus lotus*) и яблони,
среди которых выделяется единственный экземпляр
секвойядендрона гигантского (*Sequoiadendron gigante-
um*). Его крона достаточно изрежена: должно быть,
в условиях Гималаев этот выходец из Северной Аме-
рики чувствует себя не очень уютно. Если пройти
левее вдоль склона, встретишь одно из чудес парка,
правда, по-настоящему оценить его можно только
осенью — в конце октября-ноябре. Это слива виш-
неподобная (*Prunus cerasoides*) — довольно крупное
дерево, обильно цветущее в эту пору в безлистном
состоянии. Удивительное зрелище: ветви, сплошь
покрытые изумительными нежно-розовыми цветка-
ми накануне зимы. Слива тоже абориген, т.е. пред-
ставитель местной гималайской флоры.

Эта третья терраса парка — самая большая. С вос-
точной стороны по всей ее длине в едином ряду воз-
вышаются 8 деревьев, словно театральная кулиса.
Она образована гималайским кедром, сосной гима-
лайской и липой. В конце октября, когда осень золо-
тит кроны лип, здесь ощущается колорит россий-



Горный склон, на котором расположен дом Н. Рериха.

ской дворянской усадьбы. Будто вы не в Гималаях, а где-нибудь под Тулой или под Москвой.

Почти в центре площадки возвышается серый камень, поставленный на месте кремации («самадхи» — буквально «место просветления, освобождения души») Николая Рериха. С террасы видна практически вся долина Куллу с серебристыми струями реки внизу и лесистыми склонами гор, на вершинах которых сверкает снег. Общую картину дополняют огромные деревья кедра, сосны, а также каштана, растущие ниже по склону, по периферии террасы парка. Всего же здесь произрастает более 40 видов деревьев и кустарников. Цветочное оформление складывается из большого числа многолетних и однолетних декоративных культур, сменяющих друг друга на протяжении большей части года. В разное время парк украшают розы, нарциссы, фиалки, бархатцы, хризантемы, хосты, монтебредии, книфофии, канны, красодневы, космеи, гладиолусы и многие другие как хорошо нам известные, так и почти неизвестные растения. По свидетельству Святослава Рериха, он выращивал в саду даже орхидеи. Судя по архивным фотографиям, в саду были лилии, пионы и множество роз — любимых цветов Елены Рерих.

Но так парк выглядел не всегда. На старых снимках имения, сделанных, очевидно, сразу после его приобретения, видно как в ту пору выглядел и сам дом, и

окружающее его пространство. Стены были сплошь увиты розой Банка и глицинией (со стороны фасада). Судя по тому, что эти лианы закрывали большую часть дома, можно утверждать: они посажены еще прежними хозяевами — англичанами. По обе стороны от парадного входа видны посадки юкки. Пространство вокруг здания на первой террасе было совершенно открытым, основную площадь занимал газон, на фоне которого выделялось большое количество розовых кустов. Ничто не загромождало вида на долину Куллу — деревья гималайского кедра, растущие ниже по склону, еще не настолько поднялись, чтобы заслонить восхитительный вид на окрестности. За домом возвышалась лишь четырехствольная гималайская сосна, сохранившаяся поныне, рядом с ней часто фотографировались члены семьи Рериха и их именитые гости.

Помимо парка в состав усадьбы в то время входил прилегающий участок леса из кедра и сосны гималайских, огород и обширный фруктовый сад с 1500 фруктовыми деревьями, среди которых было множество сортов яблоки, груши, вишни, абрикоса, персика, сливы, айвы, мушмулы, каштана, лесного ореха (лещины), грецкого ореха, винограда. Как отмечено в описании усадьбы (из архива Международного центра Рерихов), плоды отличались отменным качеством и получали высокие оценки на местных сельскохозяйственных выставках.

Магнолия крупноцветковая.

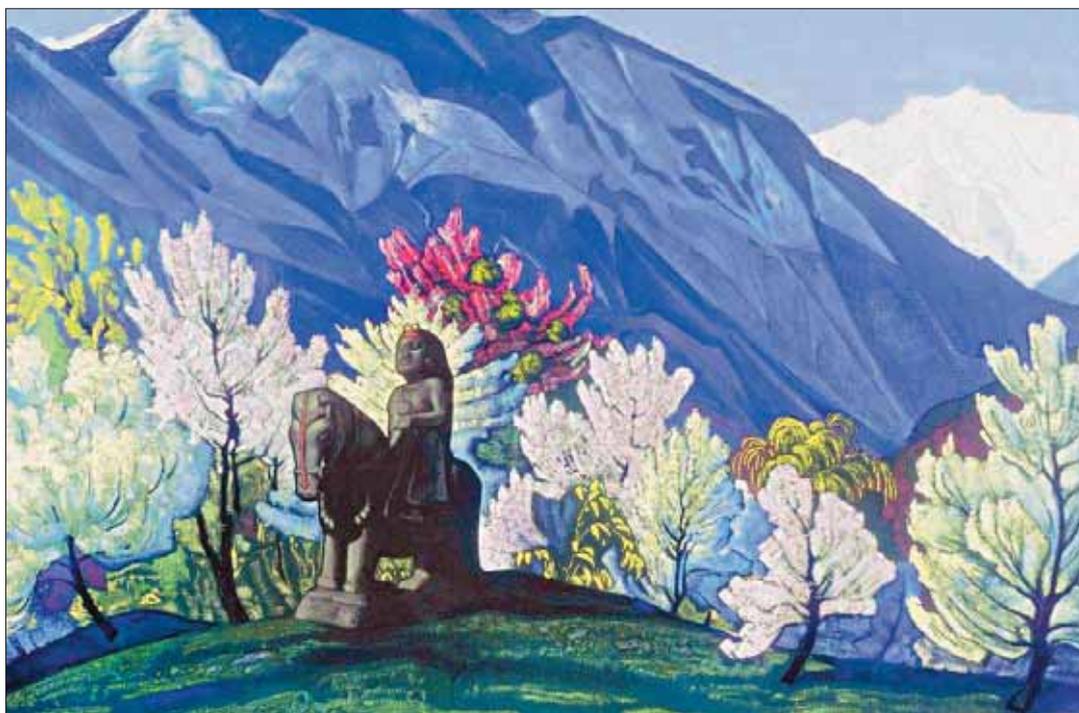


Агапантус африканский.



*Стволы лагерстремии
(индийской сирени).*





Н. Рерих. Гуга Чохан. 1931 г.

Любопытные заметки и описания некоторых уголков парка, состояния отдельных растений, фиксацию каких-то перемен в насаждениях на территории имения, а также поэтические зарисовки природы долины Куллу находим в письмах Святослава Рериха: «Куллу по-прежнему красив, яркие краски, очень много снега... У нас много перемен. Сильно срезаны *Indian Pride* (упоминавшаяся индийская сирень. — *Авт.*), так как их сломал очень тяжелый снегопад. Магнолия теперь выше дома, и тоже одна сторона пострадала. Глициния цветет всюю... Я хочу посадить тысячу яблонь. Если бы мы сделали это в 1940–1941 гг., то теперь уже были бы прекрасные результаты. Так что не нужно никогда бояться улучшить что-нибудь, что дано. Тем более что это так просто». 27 апреля 1951 г. (Из письма Елене и Юрию Рерихам).

«...Магнолия теперь гораздо больше дома, но еще было рано для цветов. Глициния вся была в цвету, и желтые маленькие розы (роза Банка. — *Авт.*). Много белых нарциссов, сирени, пионов, роз. Очень выросли камелии. Все были в цвету. Много орхидей, которые я сажал 15 лет тому назад, в полном тоже цвету. Вообще, сад хорошо сохранился». 18 апреля 1958 г. Из письма Юрию Рериху, Людмиле и Ираиде Богдановым. (Сестры Богдановы — помощники и хранительницы части наследия семьи Рерихов. — *Авт.*)

«В этом году особенно было красиво в Куллу. Чем больше едешь, тем больше убеждаешься, что более красивого места трудно найти. У нас очень выросли деревья. Все как-то стало зелено, тенисто. Липа за домом, на северном склоне — большое мощное дерево. Магнолия цветет всюю и давно уже перегна-

ла дом...». 29 июня 1959 г. Из писем Юрию Рериху, Людмиле и Ираиде Богдановым.

«Как-нибудь, дорогой друг, Вы должны приехать сюда, пожить здесь, чтобы проникнуться Духом настоящей Индии и испытать те чувства, которые Вы так лелеете. Чувства, которые нельзя выразить, но которые заставляют нас жить и работать, которые наполняют нас. ...Вам будет очень радостно узнать, что и сейчас сотни посетителей поднимаются до самого Наггара, чтобы увидеть картины профессора Рериха здесь в галерее, они оставляют чудесные записи в книге посетителей, которую я собираюсь напечатать... Не могу описать того чувства умиротворения, которое нас здесь охватывает, это настолько другой мир, и кажется, что он действительно дает новую жизнь, и ты чувствуешь, что на самом деле ничто не имеет значения — кроме работы и предстояния в душе перед красотой этих чудесных гор. Эти горы наполняют своей красотой и душу народа. Сейчас краски не такие утонченные, как ранней весной или осенью, но все равно они поражают своей замечательной палитрой... Горы в снегу, а пря-мо сейчас, когда я пишу, полил дождь, и я вижу, как снег падает на горы передо мной. Вишни созрели, и скоро у нас будут все сорта прекрасных вишен с наших собственных деревьев...». 9 мая 1964 г. (Из письма Девики и Святослава Рерихов Павлу Беликову). (П. Беликов — биограф и исследователь творчества Н.Рериха. — *Авт.*)