

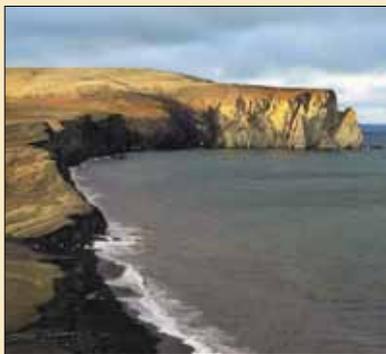


36 В декабре 2013 г. в состав Военно-морского флота России вошла новая атомная подводная лодка четвертого поколения «Северодвинск». Спроектированная Санкт-Петербургским морским бюро машиностроения «Малахит» им. академика Н.Н. Исанина, она стала принципиально новой для отечественного кораблестроения.

45 Обсидиан — одна из разновидностей вулканического стекла — встречается там, где есть древние вулканы. В нашей стране основные его источники сосредоточены на Дальнем Востоке. Добыча, обработка и использование этого уникального материала определяют степень развития древних каменных индустрий.



64 Императорская Академия художеств была связана с династией Романовых еще до момента своего основания в середине XVIII в. Идея ее учреждения принадлежала царю-реформатору Петру I, и все последующие венценосные особы активно участвовали в развитии Академии.



В 2004 г. заповедник «Остров Врангеля» получил статус объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО как пример эволюционного развития арктических природных комплексов на протяжении кайнозоя в условиях периодической изоляции и связи с двумя материками — Евразией и Северной Америкой. Здесь обитают редкие, исчезающие виды фауны и флоры, поскольку на острове созданы реальные условия для их охраны. Таким образом была подтверждена его планетарная ценность. На первой странице обложки: Мыс Уэринг. Фото Н. Овсяникова

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
E-mail: naukaross@naukaran.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 05.05.2014.
Заказ № 171. Выход в свет 29.05.2014
Тираж 597 экз. Цена свободная

© Российская академия наук,
Президиум,
«Наука в России», 2014



СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ. ПОИСК. РЕШЕНИЯ

- Дианов Е.** На пути к Пета-эре 4
Бобе Л., Гаврилов Л., Кочетков А., Железняков А.
Жизнеобеспечение экипажей космических станций 10
Петров Р., Хаитов Р. Успешные вакцинации реальны.... 18
Болдырева Е.
Физическая фармация и ее возможности..... 26

ТЕХНИКА XXI ВЕКА

- Хализева М.**
Вершина подводного кораблестроения..... 36

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- Попов В.**
Геология и археология приморского обсидиана 45

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

- Шустов Б.** Скрытая масса. Что это такое? 54

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Сапожников И.** Великий подвиг страны 61

К 400-ЛЕТИЮ ДОМА РОМАНОВЫХ

- Богдан В.**
Романовы и Императорская Академия художеств 64

ВРЕМЕНА И ЛЮДИ

- Русские писатели и публицисты о Лермонтове..... 72
Макарычев А. От Кёнигсберга до Калининграда 80

ПУТЕШЕСТВИЯ ПО МУЗЕЯМ

- Базанова О.** Были и легенды Остоженки 88
Петров В., Пация Е., Шабалина О.
Европейский Север: история освоения в документах 97

НАШ ДОМ — ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

- Овсяников Н.**
Остров Врангеля — наследие плейстоцена 105

ПАНОРАМА ПЕЧАТИ

- Задачи для суперкомпьютера..... 16
В мире минералов пополнение..... 43



«В 10 часов 55 минут «Восток», облетев земной шар, благополучно опустился в заданном районе на вспаханное под зябь поле, юго-западнее города Энгельса, неподалеку от деревни Смеловка. Ступив на твердую почву, я увидел женщину с девочкой, стоявших возле пятнистого тельца и с любопытством наблюдавших за мной. Пошел к ним. Они направились навстречу. Но, чем ближе они подходили, шаги их становились медленнее. Я ведь все еще был в своем ярко-оранжевом скафандре, и его необычный вид немножечко их пугал. Ничего подобного они еще не видели.

— Свои, товарищи, свои! — ощущая холодок волнения, крикнул я, сняв гермошлем.

— Неужели из космоса? — не совсем уверенно спросила женщина.

— Представьте себе, да, — сказал я».

(Из книги Юрия Гагарина «Дорога в космос»)

9 марта 2014 г. первому космонавту планеты
исполнилось бы 80 лет.

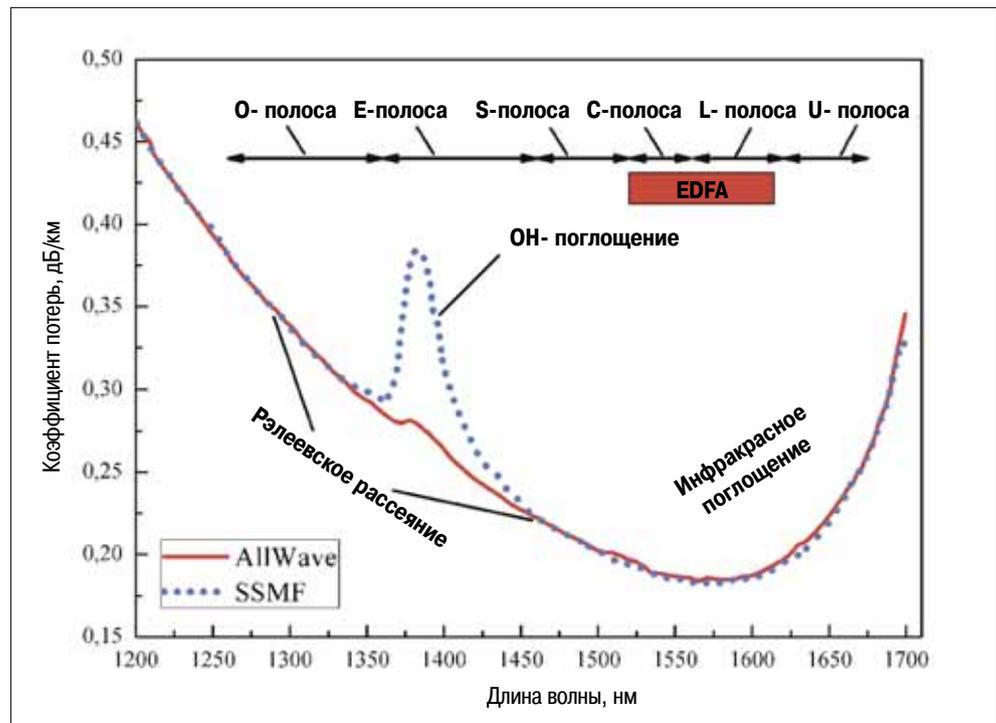
НА ПУТИ К ПЕТА-ЭРЕ

Академик Евгений ДИАНОВ,
директор Научного центра
волоконной оптики РАН (Москва)

История развития человеческой цивилизации — это и история развития средств связи. Прогресс науки и техники сопровождался появлением новых способов передачи информации — достаточно назвать изобретение проводного телеграфа и телефона в XIX в. А вот XX в. характеризовался распространением радиосвязи, в том числе спутниковой.

Уменьшение длины волны несущего радиоизлучения (увеличение частоты) позволило передавать все бóльшие объемы данных. Но даже эти возможности не поспевали за растущими потребностями общества. Специалистами была осознана необходимость перехода к новому способу коммуникации — с помощью оптического излучения, что обещало рост скорости передачи информации более чем в 10 000 раз по сравнению с радиосвязью. Сегодняшние масштабы использования оптической связи по волоконному световоду подтвердили ожидания. Но и у этого материального носителя информации есть свои ограничения. Как их преодолевают? Попробуем разобраться.

Спектр оптических потерь волоконных световодов. O, E, S, C, L, U – обозначения спектральных полос, используемые в литературе. EDFA – полоса усиления эрбиевого волоконного усилителя. ALLWave и SSMF – типы волоконных световодов.



Все континенты нашей планеты в настоящее время соединены подводными волоконно-оптическими линиями связи. К 2010 г. общая протяженность проложенных волоконных световодов, включая трансатлантические и транстихоокеанские подводные системы, достигла 1 млрд км. В развитых странах такой световод подводится теперь к каждому дому, обеспечивая с помощью Интернета доступ к широкополосной информации. По оценкам, число пользователей Всемирной сети достигнет в 2015 г. 5 млрд. Кстати, и сама она возникла благодаря развитию волоконно-оптической связи.

Выдающиеся результаты в создании указанных систем были достигнуты благодаря широким фундаментальным и прикладным исследованиям, технологическим разработкам лазерных источников излучения, волоконных световодов, другой элементной базы. В этих изысканиях участвовало большое количество научных центров и фирм из многих стран мира, о чем подробно рассказано в специальном выпуске журнала «J. of Lightwave Technology» (США) за 2008г. Огромную информационно-координирующую роль в проведении данных исследований сыграли регулярные международные конференции по волоконно-оптической связи. Особенно хотелось бы отметить две из них: Optical Fiber Communication conference, ежегодно проводимую в США, и с такой же периодичностью European Conference on Optical Communication.

Обратившись к страницам совсем недавней истории, приведем лишь несколько результатов, по сути

определивших пути развития современных высокоскоростных систем передачи информации. Это прежде всего два выдающихся прорыва в оптике — создание лазеров (1960 г.) и разработка стеклянных волоконных световодов с предельно низкими оптическими потерями (1970 г.). Получение в 1970 г. непрерывной генерации полупроводникового лазера на основе двойной гетероструктуры GaAlAs при комнатной температуре в США и СССР (лаборатория Жореса Алфёрова, нобелевского лауреата 2000 г.) означало появление компактного и эффективного источника излучения для волоконно-оптических систем связи. Лазеры, впервые использованные в этих целях (1980 г.), работали на длине волны 0,85 мкм, скорость передачи информации в первых коммерческих системах составляла весьма скромную величину 45 Мбит/с. Передающей средой служил многомодовый (передающий излучение в виде многих типов колебаний) волоконный световод, межмодовая дисперсия* которого ограничивала скорость передачи информации.

Следующим важным этапом в создании широкополосных волоконно-оптических систем связи явились фундаментальные исследования волоконных световодов**. Выяснилось, что близкая к нулю дисперсия кварцевого стекла, следовательно, и од-

*В многомодовом световоде различные типы колебаний распространяются с разными скоростями, что приводит к удлинению светового импульса во времени, или к его дисперсии (прим. ред.).

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

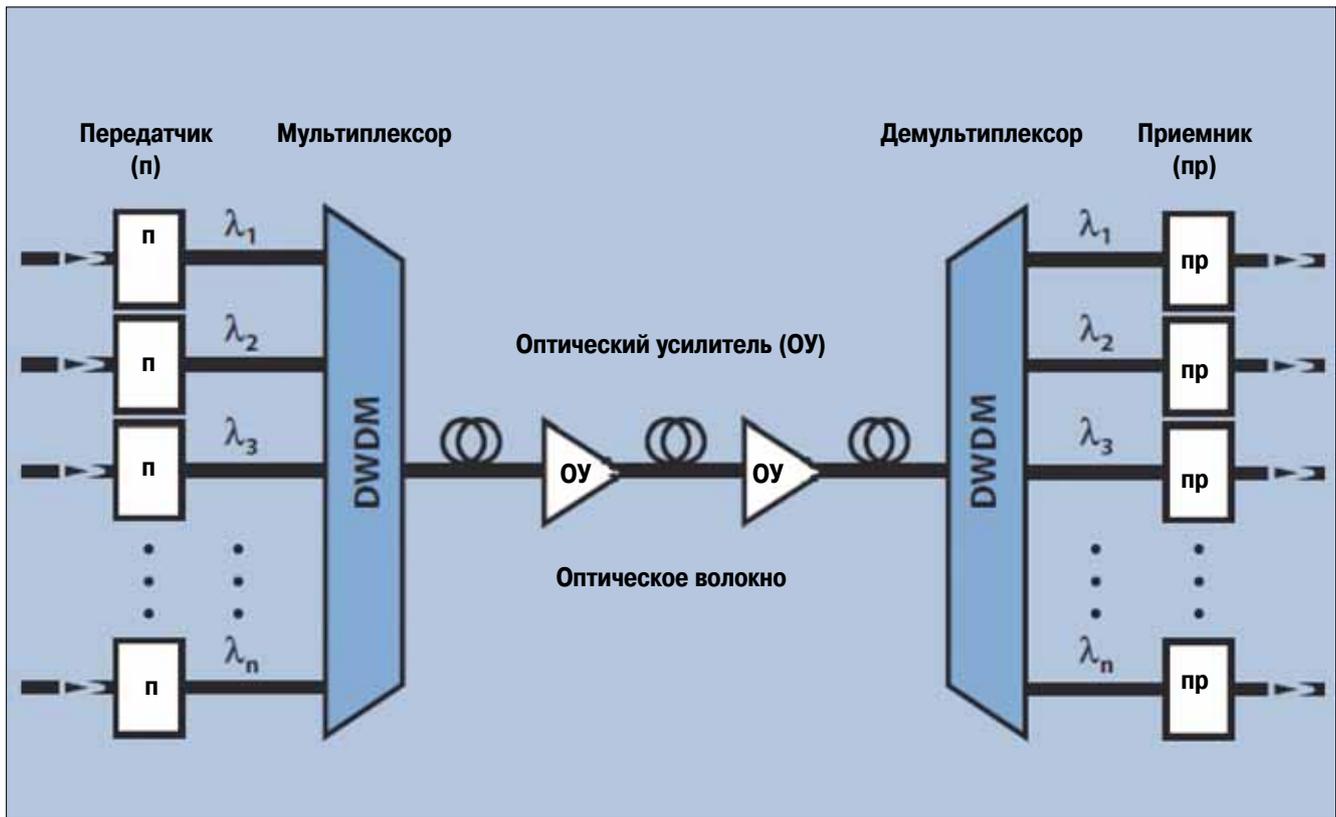


Схема спектрального уплотнения каналов DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – плотное спектральное мультиплексирование.

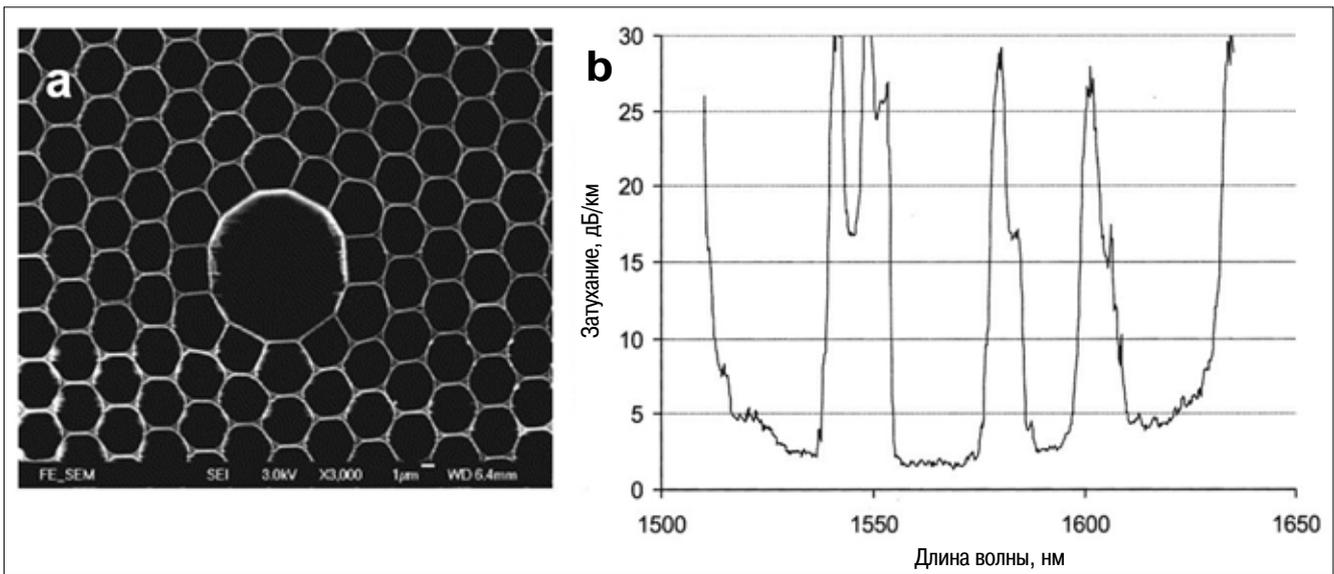
номодовых волоконных световодов, расположена вблизи длины волны (λ) равной 1,3 мкм, а минимальные оптические потери, составляющие $\sim 0,2$ дБ/км, — вблизи $\lambda = 1,55$ мкм. Исходя из полученных данных, большие усилия были направлены на разработку элементной базы (прежде всего одномодовых волоконных световодов, полупроводниковых лазеров и фотодетекторов) для этих спектральных областей, что позволило создать системы связи со значительно большей скоростью передачи информации, работающие на указанных длинах волн. А вот дальнейший рост скорости оказался невозможен из-за относительной медлительности важного элемента таких систем — опто-электро-оптических (ОЕО) регенераторов сигнала: в них он из оптического сначала преобразуется в электрический, усиливается, а затем вновь «превращается» в оптический. Поэтому встала задача создания широкополосного волоконного оптического усилителя сигнала.

Интенсивные исследования в этой области привели к разработке двух перспективных устройств. Преимущество первого из них — эрбиевого волоконного усилителя (EDFA) — в высокой эффективности и совпадении спектральной полосы усиления с областью низких оптических потерь волоконных световодов. EDFA способствовали появлению нового поколения волоконно-оптических систем свя-

зи, работающих на волне вблизи 1,5 мкм. Но у эрбиевого усилителя обнаружилось и недостатки, в частности узкая полоса усиления, от 1530 до 1610 нм, т.е. максимум 80 нм, что ограничивает скорость передачи информации. А вот другое устройство, с использованием эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) света, — ВКР волоконный усилитель (RFA) — позволяет получать значительно более широкую полосу усиления на любой длине волны. В отличие от EDFA эффективность RFA невысока, но тем не менее он применяется в коммерческих волоконно-оптических системах связи.

Еще одним ярким результатом явилось использование спектрального уплотнения каналов. Суть его в том, что одномодовый волоконный световод служит материальным носителем для передачи информации по примерно 100 независимым каналам с различными длинами волн несущего излучения, но в пределах возможностей оптического усилителя. Полная скорость передачи информации в таких системах равна nb , где n — число каналов, b — скорость передачи информации по одному спектральному каналу. Если, допустим, по одному каналу передается 10 Гбит/с (1 Гбит=10⁹ бит), а каналов 100, то полная скорость составляет 1 Тбит/с (1 Тбит=10¹² бит).

В настоящее время стандартная скорость передачи информации по одному спектральному каналу



Поперечное сечение волоконного световода с воздушной сердцевиной (а), спектр оптических потерь этого световода (б).

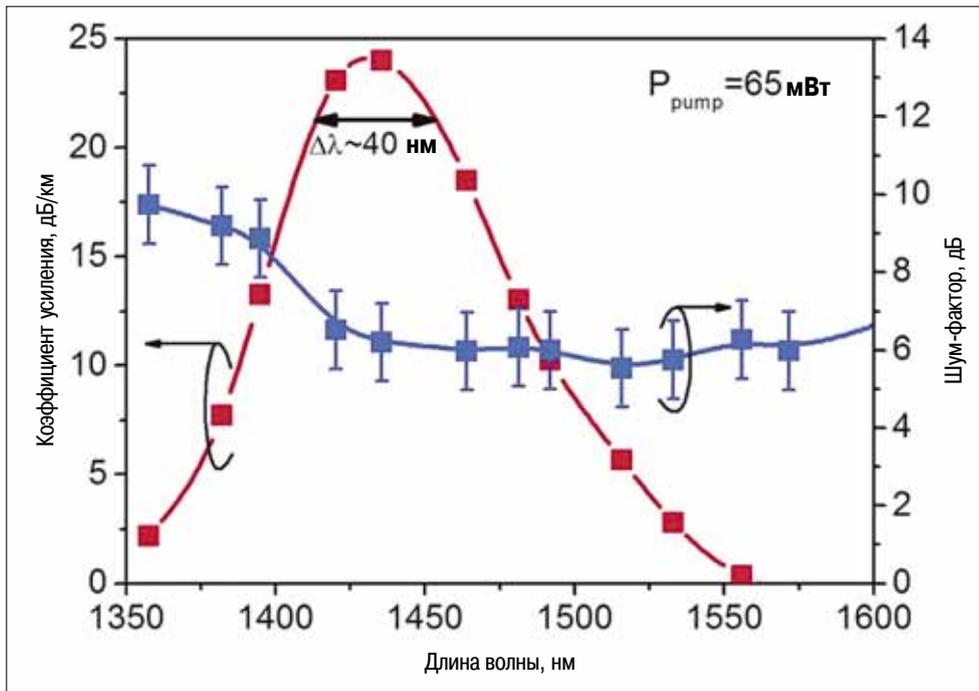
составляет 40 Гбит/с. Уже ведутся работы по увеличению этой величины до 100 Гбит/с и более, а число каналов превышает 100, так что в коммерческих системах связи «пропускная способность» одного волоконного световода достигает 10 Тбит/с, в экспериментальных — до 100 Тбит/с. Это поразительно высокие показатели! Однако нельзя не учитывать, что потребность современного общества в информации постоянно растет (в развитых странах — на 30–40% в год). Скорее всего, такая и даже более высокая динамика сохранится в ближайшие годы. Об этом свидетельствует, например, прогноз американской фирмы ElectroniCast Consultants, опубликованный журналом «Optics and Photonics News» в ноябре 2013 г. Предполагается, что по крайней мере до 2017 г. мировой рынок оптического волокна, связанного с телекоммуникационными применениями, будет увеличиваться более чем на 50% в год.

С чем связан такой резкий рост потребности развитых стран в информации? Прежде всего с увеличением числа пользователей Интернета. Причем доминирующее значение в нем приобретает видеоинформация (особенно это касается социальных сетей), а это очень емкая часть передаваемых сигналов. Больших потоков самых разнообразных данных требуют экономика, образование и наука, в частности, попытки решения таких мировых проблем, как глобальное изменение климата, экология и ряд других. Но, может быть, самый большой поток информации необходим для создания современной государственной инфраструктуры. Терабитные волоконно-оптические сети превратились в своеобразную нервную систему развитого общества, которая по аналогии с нервной системой человека обеспечивает эффективную работу всех органов государства.

Если такой рост потребности в информации сохранится, то через 10 лет возникнет необходимость увеличить скорость ее передачи по волоконному световоду до уровня ~ 1 Пбит/с (1 Пбит=10¹⁵ бит), а через 20 лет — 100 Пбит/с. Однако используя стандартные стеклянные одномодовые световоды, с такой задачей не справиться, поскольку они являются идеальной передающей средой только до определенных, хотя и достаточно высоких скоростей — порядка 100 Тбит/с. При дальнейшем их увеличении начинают действовать ограничения: нелинейность, дисперсия и оптические потери стеклянных волоконных световодов. Еще одно ограничение, как уже отмечалось ранее, связано с довольно узкой полосой усиления существующих эрбиевых волоконных усилителей.

Каковы же новые подходы к созданию световодов с высокой информационной емкостью? В настоящее время в мире интенсивно прорабатываются пути преодоления достигнутого предела скорости передачи информации по волоконному световоду, равного 100 Тбит/с. Наибольшее внимание уделяется трем путям решения этой проблемы. Во-первых, это создание световода с воздушной сердцевиной — в нем малы оптические потери. Во-вторых, расширение спектральной области для передачи информации, что сводится к созданию эффективных волоконных усилителей. И, наконец, пространственное уплотнение каналов.

Обсудим коротко полученные результаты исследований в этих направлениях. В экспериментах 1960-х годов по передаче информации через свободную атмосферу с помощью лазерного излучения было обнаружено, что она не является подходящей передающей средой из-за метеорологических условий, пространственной и временной нестабильности оп-



Спектр усиления висмутового волоконного усилителя.

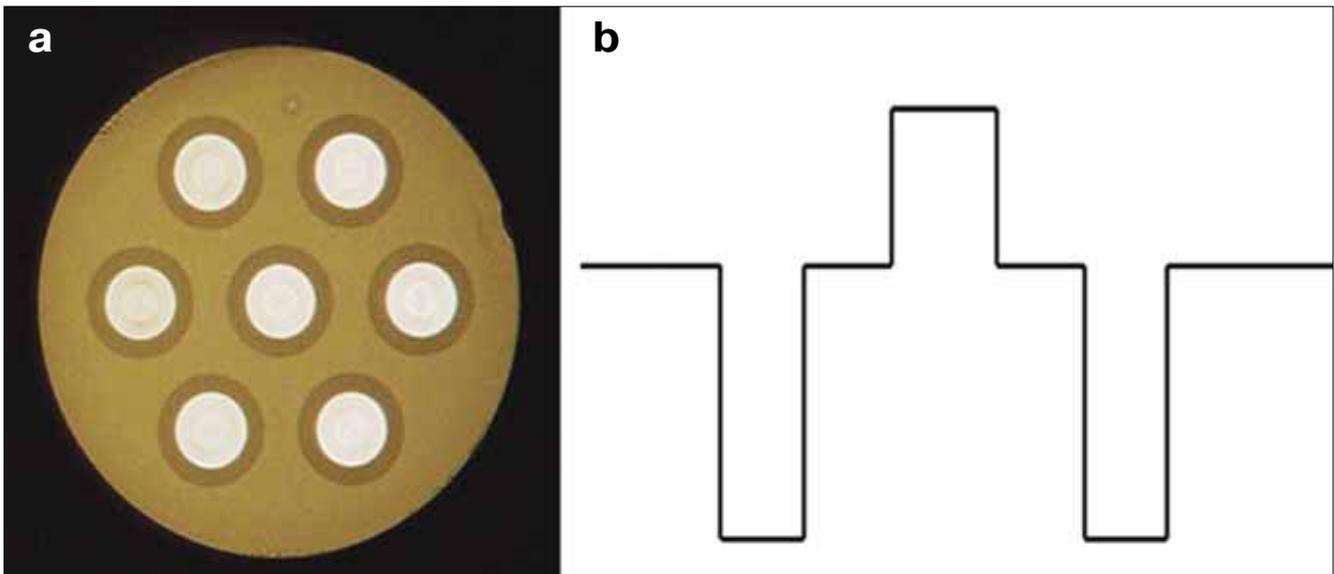
тических потерь и своей плотности. В то же время такие параметры, как нелинейность, дисперсия и оптические потери воздушной атмосферы как таковой по крайней мере на порядок меньше, чем в стеклянных волоконных световодах. Вот только для того, чтобы поддерживать свои параметры стабильными, атмосфера не должна быть свободной. Поэтому возникла идея сделать волоконные световоды с воздушной сердцевиной, которая окажется изолированной от внешних воздействий. Стеклопленочная оболочка в виде фотонного кристалла обеспечивает в этом случае механизм распространения света по сердцевине. Такие световоды были созданы и их характеристики подробно исследованы (статья П. Робертса с соавторами (Великобритания), опубликованная в 2005 г. в американском журнале «Optics Express», т. 13, № 1). Правда, минимальные оптические потери в них в настоящее время составляют 1,2 дБ/км, что значительно выше, чем в обычных стеклянных волоконных световодах (< 0,2 дБ/км на длине волны 1,5 мкм). Решение этой проблемы требует проведения дальнейших фундаментальных исследований, а пока специалисты и ученые ищут другие пути увеличения скорости передачи информации.

Один из возможных подходов — расширение спектральной области, где оптические потери минимальны. Параметры ее известны: в интервале от 1300 до 1700 нм такие потери составляют менее 0,35 дБ/км. К сожалению, для этой спектральной области пока отсутствуют волоконные оптические усилители. Их создание — приоритетная задача.

В 2005 г. в Научном центре волоконной оптики РАН совместно с Институтом химии высокочистых

веществ им. Г.Г. Десятых РАН (Нижний Новгород) впервые в мире разработали технологию изготовления волоконных световодов, легированных висмутом, спектр люминесценции которых перекрывает указанную спектральную область. В том же году этими научными коллективами был впервые продемонстрирован висмутовый волоконный лазер с непрерывной генерацией в области 1150–1300 нм, а позже создано семейство висмутовых волоконных лазеров, генерирующих в спектральной области 1150–1550 нм. Использование новой перспективной активной среды позволило сделать первый шаг в создании эффективных волоконных усилителей для спектральной области 1300–1500 нм. Впервые для спектральной области 1425–1465 нм разработан висмутовый волоконный усилитель с максимальным коэффициентом усиления 25 дБ при накачке излучением лазерного диода мощностью 65 мВт на волне 1310 нм.

Еще один способ увеличения скорости передачи информации, привлечший в последние годы большое внимание специалистов, — пространственное уплотнение каналов путем создания многосердцевинных, а также маломодовых волоконных световодов, в которых каждая мода является носителем независимых каналов. В настоящее время разработан и исследован ряд многосердцевинных волоконных световодов, включая семи-, двенадцати-, девятнадцатисердцевинных. Технические требования к ним включают низкие оптические потери всех сердцевин, низкие перекрестные помехи между соседними сердцевинами и не слишком большой диаметр таких световодов (диаметр оболочки ≤ 200 мкм).



Типичная структура семисердцевинного волоконного световода (а), профиль показателя преломления сердцевин многосердцевинного световода (b).

Величина перекрестных помех зависит от расстояния между соседними сердцевинами. Кроме того, выбором специального профиля показателя преломления можно существенно уменьшить перекрытие оптических полей в соседних сердцевинах, что, естественно, уменьшает перекрестные помехи.

В 2012 г. на 38-й Европейской конференции по оптической связи были доложены результаты разработки многосердцевинных волоконных световодов, соответствующих оптическим волоконным усилителям и попыток передачи информации с пространственным уплотнением каналов. Так, японским исследователем Кацунори Имамурой с соавторами предложен семисердцевинный волоконный световод с диаметром оболочки 186 мкм и расстоянием между соседними сердцевинами 55 мкм. Перекрестные помехи при длине световода в 100 км составляют -40 дБ.

Разработка передающей среды в виде многосердцевинного волоконного световода для передачи информации на большие расстояния (≥ 100 км) требует создания соответствующих оптических усилителей. Ёкихиро Цучида с соавторами (Япония) на той же конференции представил параметры семисердцевинного эрбиевого волоконного усилителя. Длина световода — 16 м, диаметр — 180 мкм, расстояние между сердцевинами, легированными эрбием, — 45 мкм. Были получены: усиление > 15 дБ при накачке 40 мВт, шум-фактор < 7 дБ, перекрестные помехи < -40 дБ.

А Хиденори Такахаша с соавторами (Япония) были доложены результаты первой демонстрации передачи сигналов с пространственным уплотнением каналов (семисердцевинный волоконный свето-

вод) и с семисердцевинным эрбиевым усилителем на расстояние 6160 км со скоростью 35,8 Тбит/с. При этом в каждую сердцевину световода вводились 40 спектральных каналов со скоростью передачи информации 128 Гбит/с.

Наиболее же замечательным результатом, прозвучавшим на этой конференции, является передача информации по двенадцатисердцевинному световоду со скоростью 1,01 Пбит/с на расстояние 52 км (Хидехико Такара с соавторами). В этом эксперименте в каждую из 12 сердцевин вводились 222 спектральных канала, каждый со скоростью передачи информации 456 Гбит/с. Несущее излучение каналов занимало спектральные области 1526,44–1565,09 нм и 1567,95–1620,06 нм, при этом частоты несущего излучения соседних каналов отстояли на 50 ГГц.

Представленные результаты показывают перспективность использования пространственного уплотнения каналов для увеличения информационной емкости волоконных световодов до петабитного уровня. Разработка петабитных систем передачи информации и создание петафлопных суперкомпьютеров означает, что в сфере обработки, передачи и использования информации человечество находится на пути к Пета-эре.

ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКИПАЖЕЙ КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

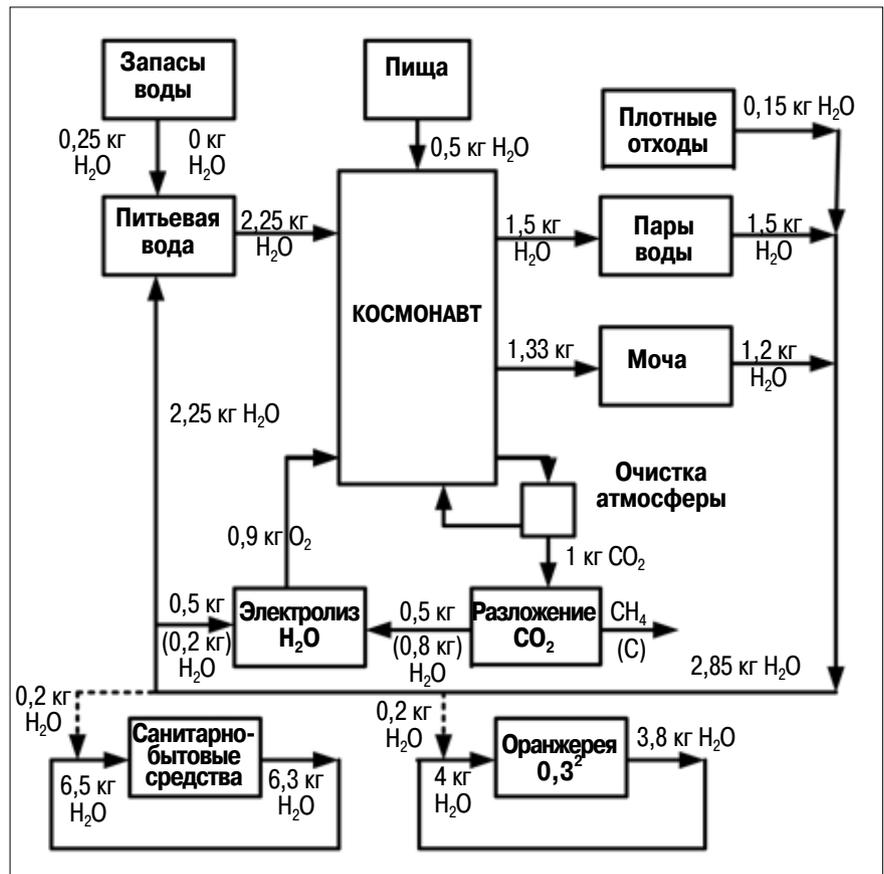
Доктор технических наук Леонид БОБЕ,
начальник лаборатории систем регенерации воды
Научно-исследовательского и конструкторского института
химического машиностроения (ОАО НИИХиммаш),
кандидат технических наук Лев ГАВРИЛОВ,
заместитель главного конструктора
по системам регенерации атмосферы того же института,
Алексей КОЧЕТКОВ,
главный конструктор регенерационных
систем жизнеобеспечения того же института,
Александр ЖЕЛЕЗНЯКОВ,
начальник отделения систем жизнеобеспечения
РКК «Энергия» им. С.П. Королева

Реализация долговременных орбитальных, а в перспективе и межпланетных полетов связана с совершенствованием систем жизнеобеспечения экипажа — они должны удовлетворять потребности человека в воде и кислороде с минимальным добавлением из запасов. Достижение максимального уровня регенерации этих веществ в замкнутом и ограниченном по объему пространстве космической станции потребовало решения сложных научно-технических задач. И это удалось ученым, инженерам и конструкторам при создании систем жизнеобеспечения отечественных орбитальных станций «Салют-4, 6, 7» и «Мир», а также ныне действующей МКС.

Запуск в СССР первого искусственного спутника Земли (4 октября 1957 г.) и полет Юрия Гагарина (12 апреля 1961 г.) открыли эру освоения космоса. За прошедшие десятилетия вместе с развитием космической техники существенно увеличились дли-

тельность полетов и состав экипажей. Соответственно возросли и требования к системам жизнеобеспечения. Известно, что потребность одного космонавта в воде, кислороде и пище составляет от 4 до 12 т в год. Доставка такого количества грузов на околоземную

Технический баланс одного космонавта по воде и кислороду.



орбиту неэкономична (ее стоимость достигает 22 000 дол. за 1 кг). Был сделан вывод: необходима организация земного экологического цикла круговорота воды и кислорода и очистки атмосферы на космической станции. На нашей планете эти процессы проходят в не ограниченном жесткими рамками объеме и с малой интенсивностью. А вот для жизнеобеспечения экипажа на орбите потребовалась разработка соответствующих высокоинтенсивных, малоэнергоёмких, безотходных, управляемых физико-химических процессов, протекающих в малом по объёму «космическом доме».

В 1962–1963 гг. решение этой проблемы поручили ОКБ-1 (ныне РКК «Энергия»), Институту космической биологии и медицины Минздрава СССР (ныне Государственный научный центр Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН и Всесоюзному научно-исследовательскому и конструкторскому институту химического машиностроения (ныне ОАО «НИИХиммаш»). В кооперации участвовали ведущие научные учреждения, научно-производственные объединения и вузы страны.

В 1967–1968 гг. в ИМБП* испытали уникальный комплекс физико-химических регенерационных систем, укомплектованный оборудованием, разрабо-

танным и изготовленным в НИИХиммаш (этими и последующими работами НИИХиммаша руководил главный конструктор регенерационных систем жизнеобеспечения (1965–2007 гг.) Николай Самсонов). Три испытателя, находившиеся в герметичном макете космического корабля с очищаемой атмосферой, в течение года употребляли воду и кислород, восстановленные из конечных продуктов их жизнедеятельности.

Каким же образом в таких системах обеспечивается круговорот воды и кислорода? Их источниками служат водяные пары и углекислый газ, выделяемые человеком при дыхании, пары с поверхности кожи, моча, плотные отходы. Вода регенерируется путем очистки конденсата этих паров, выделяемых в атмосферу, извлекается из мочи, а также конденсата паров, образующихся при сушке плотных отходов. Кислород получают методом электролиза регенерированной воды. Углекислый газ, выдыхаемый космонавтом, собирается и концентрируется в системе очистки атмосферы и каталитически разлагается, реагируя с водородом, образовавшимся при электролизном получении кислорода, на метан и воду (по методу Сабатье*) или на воду и углерод (по ме-

*Метод Сабатье (по имени французского химика Поля Сабатье) представляет собой реакцию водорода с диоксидом углерода при повышенной температуре и давлении в присутствии катализатора для производства метана и воды (прим. ред.).

*См.: О. Газенко, А. Григорьев, А. Егоров. Космическая медицина: вчера, сегодня, завтра. — Наука в России, 2006, № 3, 4 (прим. ред.).



Система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К. Масса 115 кг, среднесуточное энергопотребление на одного космонавта 10 Вт.



Система регенерации воды из урины СРВ-У орбитального космического комплекса «Мир».

тоду Боша*). Образовавшаяся дополнительная вода используется для электролизного получения кислорода. Система очистки атмосферы освобождает ее от углекислого газа и других примесей, выделяемых человеком, интересом и техническими системами. Загрязненная при умывании, душевых процедурах и стирке санитарно-гигиеническая вода очищается в специальной системе и возвращается для повторного использования, образуя замкнутый цикл. Выделяемые растениями из витаминной оранжереи** пары воды конденсируются, очищаются и используются для полива растений. Важно подчеркнуть, что извлекаемая вода должна быть безвредна для человека (работы по обеспечению медико-биологических аспектов регенерации воды проводились в ИМБП под руководством доктора технических наук Юрия Синяка).

Чем эффективнее осуществляются регенерационные процессы, тем меньше потребность в доставляемых запасах. Теоретически можно получить замкнутость комплекса до 95 и даже почти до 100%. На

* Метод Боша (по имени немецкого химика, нобелевского лауреата 1931 г. Карла Боша) — химический процесс, на одной из стадий которого углекислый газ в присутствии катализатора вступает в реакцию с молекулярным водородом, образуя воду и углерод (прим. ред.).

** См.: Е. Сидорова. Оранжереи для орбитальных станций. — Наука в России, 2006, № 3 (прим. ред.).

практике же эта величина зависит от состава систем жизнеобеспечения, полноты извлечения целевых продуктов и от потерь воды и атмосферы.

На основании проведенных исследований и наземных испытаний удалось разработать малогабаритную аппаратуру для космических полетов. Первоначально это были системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги (СРВ-К) для долговременных орбитальных станций «Салют». В январе 1975 г. впервые в мировой практике экипаж «Салюта-4» (1974–1977) в составе Алексея Губарева и Георгия Гречко использовал полученную из конденсата воду для питья и приготовления пищи и напитков. Аналогичные системы в течение длительного времени функционировали на станциях «Салют-6» (1977–1981) — 570 суток и «Салют-7» (1982–1986) — 743 суток. Совместно с запасами СРВ-К обеспечивала экипажи водой, в том числе и горячей, для санитарно-гигиенических процедур.

На орбитальной космической станции «Мир» (1986–2000) впервые в мировой практике был реализован практически полный (за исключением концентрирования и утилизации углекислого газа) комплекс физико-химических систем регенерации воды и атмосферы, который в значительной мере обеспечил длительное функционирование станции в пилотируемом режиме. Восстановление H_2O из конденсата атмосферной влаги, урины и загрязненной

Система электролизного получения кислорода «Электрон-ВМ».
 Масса 120 кг, производительность по кислороду 20–160 л/ч,
 по водороду 40–320 л/ч.

санитарно-гигиенической воды осуществлялось в системах СРВ-К, СРВ-У, СРВ-СГ соответственно, а вот в «Электроне-В» методом электролиза воды, регенерированной из урины, получали кислород для дыхания. Установкой СОА-МП производили очистку атмосферы от микропримесей, системой «Воздух» — от углекислого газа. Об эффективности работы этих устройств наглядно говорят цифры. За годы существования станции из конденсата атмосферной влаги было регенерировано 15 500 л воды, из урины — 6 000 л, электролизным способом получено 5 250 кг кислорода. Что касается воды для запасов, то она доставлялась на станцию грузовыми кораблями «Прогресс». (Более подробные данные приведены в статьях Н. Самсонова, Л. Бобе, Ю. Синяка, С. Романова и др., опубликованных в журнале «Известия РАН. Энергетика», 2009, № 1.)

Какие же способы регенерации воды реализуются в орбитальных полетах? Их существует несколько, а какой применять в конкретном случае, зависит от содержания примесей в исходной жидкости и требований к восстановленной воде. Для малозагрязненных жидкостей, например конденсата атмосферной влаги с суммарным содержанием до 1 г/л растворенных примесей, в том числе возможного присутствия органических и неорганических веществ более 350 наименований, используется полная очистка с применением сорбционно-каталитических и ионообменных процессов в газожидкостной, а затем в жидкой фазе. При этом в воду, уже восстановленную для питья, вводятся соли и микроэлементы, она обеззараживается ионным серебром и пастеризуется. А вот для жидкостей среднего загрязнения, например санитарно-гигиенической воды, содержащей в своем составе органические и неорганические примеси и моющее средство с концентрацией до 2–3 г/л, эффективны фильтрация и мембранные процессы. Наконец, для сильнозагрязненной жидкости, например мочи, — в ней присутствуют до 5% растворенных солей (NaCl и мочевины) и более 120 органических и неорганических растворенных примесей — используется еще один способ регенерации: извлечение паров воды из раствора путем дистилляции с последующей сорбционно-каталитической очисткой дистиллята.

В свою очередь, получение кислорода для регенерации атмосферы станции производится путем электролиза водного раствора щелочи с использованием воды, извлеченной из урины. Очистка атмосферы от микропримесей осуществляется сорбционно-каталитическим методом на регенерируемых сорбентах.

Предложенные технологии отличает высокий выход целевых продуктов, малые затраты энергии, экологичность и надежность. Для обеспечения работы



аппаратов с газожидкостными средами, процессов их разделения, конденсации, испарения, кипения и др. в условиях невесомости реализованы способы и устройства, в которых силы гравитации заменены на динамические инерционные и межмолекулярные силы поверхностного натяжения. Аппаратура устойчива к вибромеханическим и ударным перегрузкам, в ней нашли применение специально синтезированные вибропрочные ионообменные смолы, углеродные сорбенты и катализаторы.

Следует подчеркнуть, разработанные технологии предполагают регенерацию только воды и кислорода. Пищей экипаж снабжается за счет запасов. Возникает вопрос: а можно ли ее воспроизвести в достаточном количестве в условиях орбитального полета? Расчеты показывают, что пока это нереально. Для одного человека потребуется более 30 м² посевной площади, 300 л воды и 30 кВт электроэнергии, что предполагает постройку станции, по своим размерам значительно превосходящую современные. Поэтому из-за ограничений по массе, энергетике и объему на космических станциях в настоящее время и в обозримом будущем жизнеобеспечение экипажа осуществимо только на основе малоэнергоёмких безотходных физико-химических методов регенерации воды, кислорода и атмосферы, основанных на химической технологии. Использование биологических процессов и воспро-



Система очистки атмосферы от углекислого газа «Воздух».
Расход воздуха 10–27 м³/ч, среднесуточное энергопотребление 280 Вт на трех космонавтов.

Система переработки углекислого газа СПУГ-В.
Масса 55 кг, количество перерабатываемых газов:
СО₂ — 160 л/ч, Н₂ — до 320 л/ч,
среднесуточное энергопотребление 4 Вт
на трех космонавтов.

извлечение пищи — задачи будущего, скорее всего они будут реализованы на планетных базах.

Остановимся теперь на комплексе жизнеобеспечения российского сегмента Международной космической станции. Он в основном аналогичен тому, что действовал на орбитальной станции «Мир». В настоящее время в составе служебного модуля работают усовершенствованные системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М, приема и консервации урины СПК-УМ — она функционирует и в американском сегменте станции, электролизного получения кислорода «Электрон-ВМ», очистки от микропримесей СОА-МП и очистки от углекислого газа «Воздух».

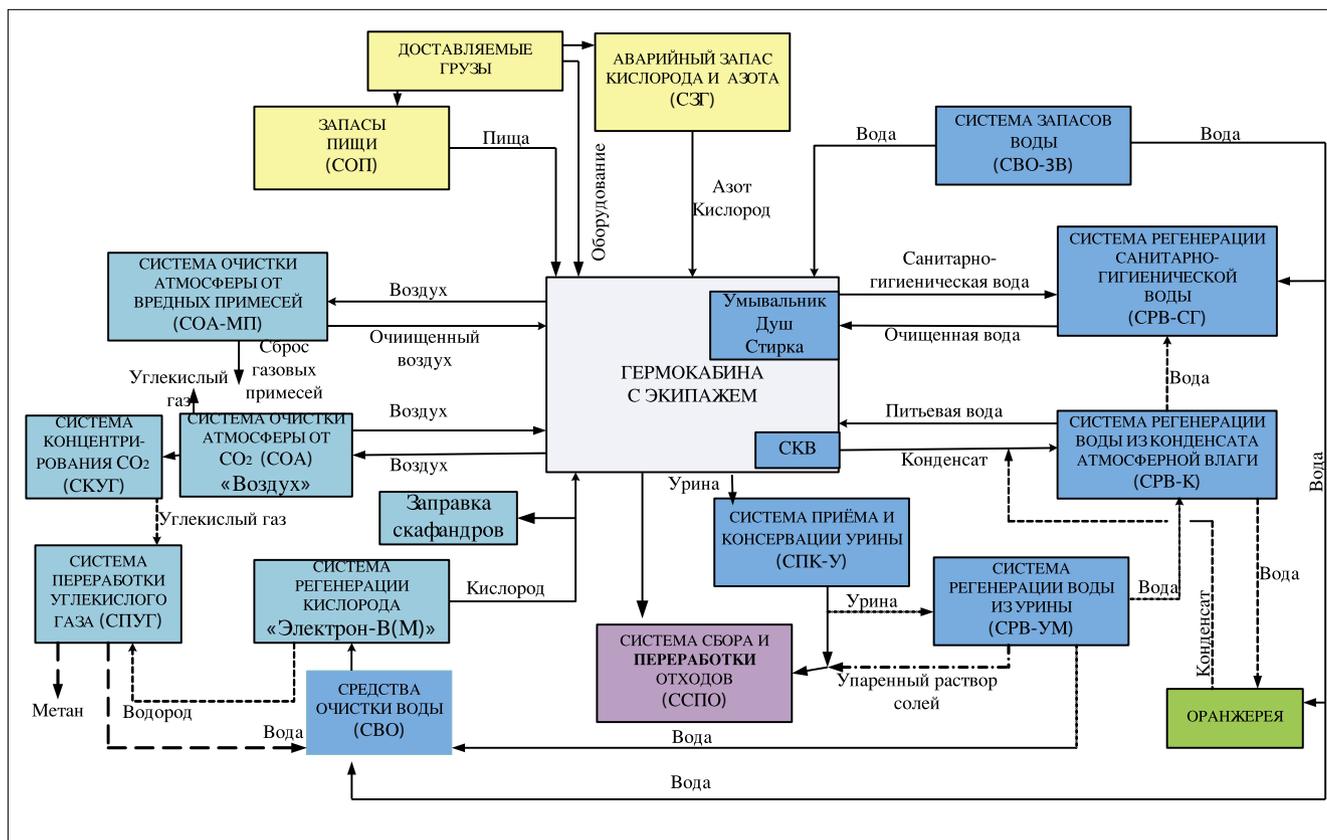
Коэффициент возврата (восстановления) воды определяется составом комплекса систем жизнеобеспечения и соответствующими показателями регенерации отдельных систем. В летных условиях максимальный коэффициент возврата воды (72%) был достигнут на орбитальной станции «Мир».

На российском сегменте МКС, в котором действует система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М, этот коэффициент составляет сегодня 38%. После введения нового модуля с системой регенерации воды из урины СРВ-УМ и перспективной системы утилизации углекислого газа СПУГ-В, действующей по методу Сабатье, коэффициент возврата воды составит 72% и 83% соответственно. А при включении в будущем в состав

комплекса жизнеобеспечения оборудования системы регенерации санитарно-гигиенической воды СРВ-СГ, витаминной оранжереи с возвратом испаряемой растениями воды для полива и системы сушки плотных отходов коэффициент возврата воды возрастет до 95–98%.

Отметим, что характеристики усовершенствованных систем существенно лучше, чем у действовавших на станции «Мир»: значительно увеличена их производительность, снижены массо- и энергозатраты. Так, производительность системы «Электрон-ВМ» по сравнению с прежним аналогом возросла вдвое и составляет 160 нормолитров кислорода в час (для обеспечения 6 человек). В систему очистки от микропримесей введен высокотемпературный каталитический фильтр, обеспечивающий периодическую очистку атмосферы от метана. В системах СРВ-К2М и «Электрон-ВМ» удельные затраты массы на получение (поглощение) целевого продукта снизились в 1,5–2 раза. С 2 ноября 2000 г. (начало полета МКС в пилотируемом режиме) по 1 января 2014 г. в системе СРВ-К2М регенерировано до питьевых кондиций 16 100 л конденсата атмосферной влаги, системой «Электрон-ВМ» на 1 января 2014 г. получено 8 150 кг кислорода, системой очистки атмосферы от углекислого газа «Воздух» удалено на ту же дату 13 000 кг СО₂.

Результаты работы систем регенерации воды и атмосферы на орбитальных станциях «Мир» и МКС представлены в таблице.



Комплекс физико-химических систем жизнеобеспечения космической станции.

Суммарные показатели	«Мир» 16.03.86– 28.08.99	МКС 2.11.00– 1.01.14
Среднесуточная потребляемая мощность при экипаже 3 человека, Вт	1500	1155
Первоначально установленная масса систем регенерации, кг	865	565
Общее количество регенерированной и очищенной воды, электролизного кислорода и удаленного углекислого газа, кг	38250	37250
Средний удельный расход массы на регенерацию и очистку, кг/кг целевого продукта	0,15	0,1

В целом же функционирование систем регенерации воды, кислорода и атмосферы как на станции «Мир», так и на МКС (на 01.01.2014 г.) обеспечило в сумме получение 37,6 т регенерированной воды, 13,4 т кислорода и выведение из атмосферы 24,5 т углекислого газа, что позволило снизить более чем на 150 т массу доставляемых на станции грузов.

И в заключение. Системы регенерации воды, кислорода и атмосферы, основанные на химико-тех-

нологических процессах, реализованных в условиях космического полета, обусловили длительную эксплуатацию космических орбитальных станций «Салют-4, 6 и 7», «Мир» и МКС. Эти системы, разработанные отечественными учеными и конструкторами, более 35 лет обеспечивали приоритет СССР и России в данной области. Американские системы проходят опытную отработку на МКС только с 2009 г.

Успешный опыт создания сложнейших установок регенерации воды и кислорода свидетельствует о фактическом формировании нового научно-технического направления — процессы и аппараты химической технологии для космических систем жизнеобеспечения.

За разработку научных основ и практическую реализацию химико-технологических процессов регенерации воды и кислорода и атмосферы в системах жизнеобеспечения экипажа длительно функционирующих космических станций авторский коллектив во главе с доктором технических наук, профессором, главным конструктором регенерационных систем жизнеобеспечения (1965–2007 гг.) ОАО «НИИхиммаш» Николаем Самсоновым удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники за 2012 г.

Иллюстрации предоставлены авторами

ЗАДАЧИ ДЛЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА

В Институте динамики систем и теории управления (ИДСТУ) СО РАН (Иркутск) создан суперкомпьютер, названный «Академик В.М. Матросов» в честь первого директора-основателя института. Он стал крупнейшим вычислительным комплексом на востоке России — его пиковая производительность 33,7 Тфлопс.

Иркутская область — одна из наиболее промышленно развитых в России. Здесь сосредоточены предприятия топливно-энергетического комплекса, добывающей, металлургической и химической промышленности, авиа- и машиностроения. В каждой из этих отраслей сегодня востребованы компьютерные технологии.

«Ресурсы суперкомпьютерного центра применимы для решения самых разных научно-практических задач, — полагает директор ИДСТУ СО РАН академик Игорь Бычков. — В их числе исследования в области нанотехнологий, физики плазмы, биоинформатики, моделирование новых химических соединений и промышленных материалов, разработка лекарственных препаратов, конструирование узлов

для авиа- и машиностроения. Здесь будут обрабатывать запросы не только подразделений Иркутского научного центра, но и, надеемся, промышленных предприятий региона. При необходимости в дальнейшем мы сможем наращивать мощность и гибко видоизменять программно-аппаратный состав кластера под конкретные цели».

Уже сейчас на базе суперкомпьютера «Академик В.М. Матросов» реализуется множество интересных проектов. Об одном из них в газете «Наука в Сибири» рассказал старший научный сотрудник ИДСТУ, кандидат физико-математических наук Андрей Раджабов. По его словам, суперкомпьютер уже использовался для численного моделирования различных аспектов сильных взаимодействий элементарных частиц, в частности, теоретического вычисления аномального магнитного момента мюона. Интерес ученых связан с тем, что экспериментально этот момент измерен с очень большой точностью, а потому его используют для проверки существующих в физике представлений. Отклонение теоретических предсказаний от результатов эксперимента



Суперкомпьютер «Академик В.М. Матросов».

может служить индикатором существования каких-либо новых неизвестных ранее взаимодействий. Однако для этого необходимо теоретически оценить вклады от уже известных электромагнитного, сильного и слабого взаимодействий. Группа, в состав которой входили сотрудники Института динамики систем и теории управления и Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна Московской обл.), рассматривала часть вкладов от сильного взаимодействия явления рассеяния света на свете. Применение суперкомпьютера позволило не только существенно сократить время расчетов, но и исследовать зависимость полученных результатов от модельных предположений.

Вторая задача, по словам Раджабова, связана с моделированием состояния ядерной материи в экстремальных условиях — они возникают при столкновениях тяжелых ионов на ускорителях. Предполагается, что при этом образуется новое состояние вещества, так называемая кварк-глюонная плазма. Для теоретического ее изучения используют различные модели, построенные на основе

квантовой хромодинамики. На суперкомпьютере проводят численные расчеты физических характеристик, что без его применения было бы крайне затруднительно.

Такие, а иногда и более сложные задачи решают сотрудники многих научных институтов. И можно предположить, что нагрузка у «Академика В.М. Матросова» всегда будет высокой. Тем более, что к его помощи все активнее начнут прибегать специалисты и других отраслей.

Суперкомпьютер и суперзадачи, которые он может решать. — Газета «Наука в Сибири», 2014, № 7

Фото В. Короткоручко с сайта Института динамики систем и теории управления СО РАН

Материал подготовил Сергей МАКАРОВ

УСПЕШНЫЕ ВАКЦИНАЦИИ РЕАЛЬНЫ

Фенотипическая коррекция генетически контролируемого иммунного ответа

Академик Рэм ПЕТРОВ, советник РАН,
Академик Рахим ХАЙТОВ, директор ГНЦ
«Институт иммунологии» ФМБА России

**Статья охватывает многолетнее исследование
и использование конъюгированных иммуногенов
и вакцин нового поколения.**

Лауреат Нобелевской премии Карл Ландштейнер показал, что антигенная характеристика определяется не всей большой молекулой белка, а его небольшими участками — антигенными детерминантами (рис. 1, левая часть). Присоединение небольшой химической группы, например фенильной, к белку меняет его антигенную специфичность, хотя сама по себе эта группа не антигенна. Такие небольшие химические структуры в отличие от антигенов получили название гаптенов. Конъюгирование белка и гаптена приводит к образованию нового весьма слабого антигена. Для усиления этой слабой антигенности требуются дополнительные стимуляторы, такие как адъювант Фрейнда. Иными словами, сам белок как носитель гаптена не является достаточно сильным стимулятором иммунного ответа к гаптену.

Майкл Села предложил в качестве антигена «прототип белка» — синтетический полипептид (Т,Г)-А-Л, состоящий из 4 повторяющихся аминокислот и с разветвленными цепями (рис. 1, правая часть). Этот искусственный пептид обладал антигенными свойствами, но также очень слабыми. Для их усиления требовался адъювант Фрейнда. Подобным образом ведут себя практически все высокоочищенные или генно-инженерные белки и полипептиды.

В 1977 г. (рис. 1, нижняя часть) мы впервые опубликовали результаты наших исследований о возможности присоединения гаптенных группировок не к белку-носителю, а к молекулам неантигенных синтетических линейных полиэлектролитов — полианионов и поликатионов. Фактически впервые были получены полностью синтетические (неприродные) антиге-

Рис. 1.
Искусственные антигены.
АОК — антителообразующие клетки;
ТНФ — тринитрофенол.

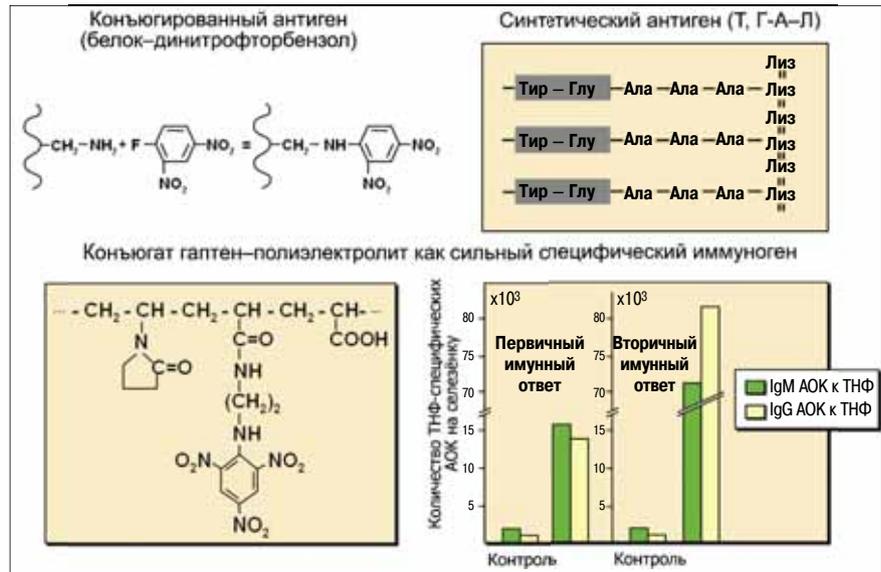
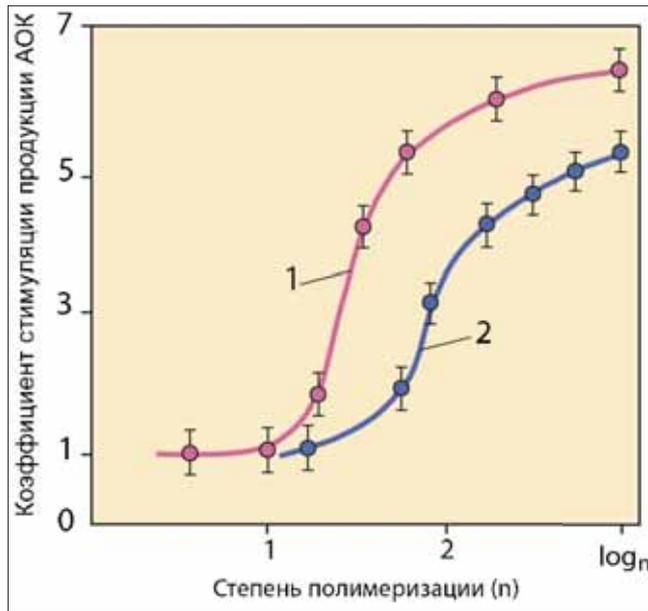


Рис. 2.
Зависимость иммуностимулирующего действия от степени полимеризации (n) поликатиона и полианиона. Представлены коэффициенты стимуляции продукции АОК при совместном введении антигена (5 млн эритроцитов барана) с полимерными фракциями поликонидинов (1) или полиакриловой кислоты (2).



ны, которые вызывали достаточно сильный иммунный ответ без белковых, липопротеидных и других антигенных носителей природного происхождения.

Специально подчеркиваем еще раз: использованные полиэлектролиты сами антигенностью не обладали. Однако гаптенная специфичность сконструированных на их основе наноструктур появилась в виде сильного иммунного ответа без каких-либо дополнительных адъювантов типа Фрейнда. Единственным обязательным условием для проявления этих свойств у полиэлектролитных носителей была существенная длина цепи молекулы поликатиона или полианиона: обычно не менее 500–1000 звеньев при молекулярной массе 50–100 000 дальтон (рис. 2). Низкомолекулярные аналоги повторяющихся звеньев этих полимеров не оказывают действия на иммунные реакции.

Полиэлектролитный носитель сам оказывает иммуностимулирующий эффект, и присоединенные к нему гаптены или слабые белковые антигены обеспечивают сильный эпитоп-специфический иммунный ответ без дополнительных адъювантов.

Таким образом, нам удалось сконструировать ранее неизвестные наноструктуры — сильные иммуногены из тех антигенных детерминант, которые в том или ином случае необходимы для создания иммуногенов или вакцин требуемой специфичности.

Наши исследования базировались на особенностях генетического контроля иммунного ответа и были нацелены на осуществление фенотипической коррекции иммуногенеза. Эта задача была успешно решена путем химического соединения антигена с упоминавшимися полиэлектролитными молекулами, которые обеспечивают обход генного контроля иммунного ответа, т.е. фенотипическую коррекцию слабого иммунитета, обусловленного генами низкого иммунного реагирования.

Изучая механизмы иммунного ответа, Рэм Петров с сотрудниками применили генетический подход в своих экспериментах, включая количественный анализ межлинейных различий в продукции антител как на уровне целого организма, так и на клеточном уровне. Этот подход был новаторским, так как вся предшествующая история иммунологии полна многочисленных примеров, указывающих на то, что адаптивный иммунитет не зависит от наследственных факторов. И в самом деле, приобретенный иммунитет против оспы, чумы и других инфекционных заболеваний не передается по наследству.

Эксперименты, проведенные в 1963 г. с лептоспирами, продемонстрировали, что животные с различными генотипами продуцировали различные количества антител.

Таблица показывает, что 12 генетически различных гомозиготных (инбредных) линий и сублиний

Линия мышей	Титры после иммунизации ($M \pm m^*$)	
	На 7-е сутки	На 14-е сутки
C57BL/6	10,9 (9,1±12,8)	9,6 (8,7±10,4)
C57BL/10	9,8 (8,44*11,2)	9,6 (8,9±10,3)
C57BL/He	8,6 (7,9±9,3)	9,4 (8,3±10,5)
C57BL/10SnSn	9,6 (8,9±10,3)	10 (8,8±11,2)
C3H-H-2P	6,4(5,7±7,1)	4,8 (3,8±5,8)
C3H/HeDiSn	6,6 (5,2±8,0)	4,4 (3,3±5,5)
CC57W	8,7 (7,9±9,6)	7,0 (4,8±9,2)
CBA	10,9 (10,2±11,6)	8,2 (7,7±8,8)
BALB/cDe	7,8 (6,8±8,8)	8,4 (6,8±10,0)
C57L/1	8,0 (6,7±9,3)	8,0 (6,7±9,3)
CC57BR	7,2 (6,6±7,8)	7,8 (6,8±8,8)
A	6,6 (4,5±8,6)	6,4 (5,3±7,5)

Титры агглютининов (\log_2) у мышей разных инбредных линий после иммунизации лептоспирами (*Leptospira canicola*).

*M — минимальная величина, m — максимальная; mean (min±max).

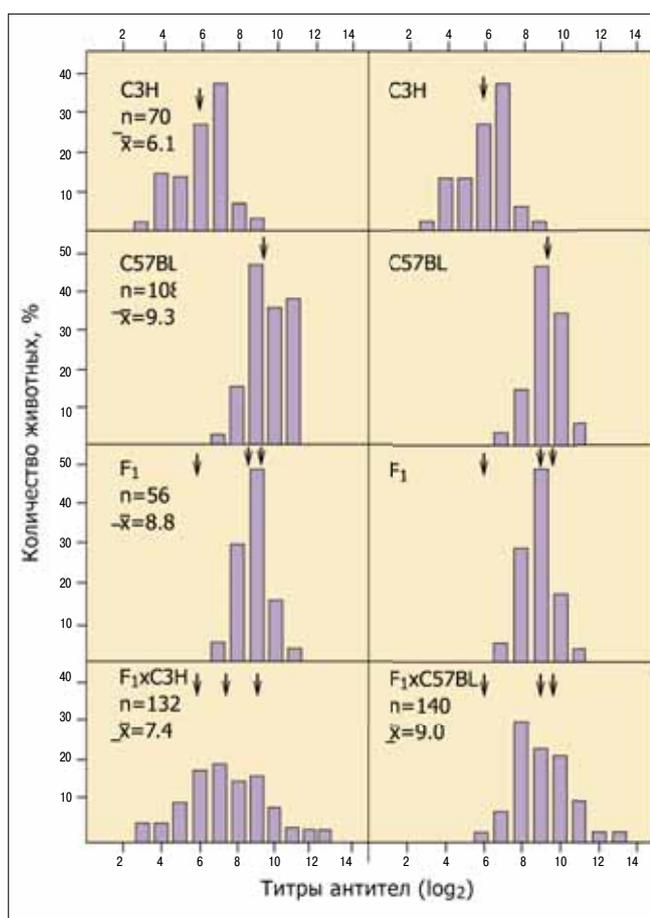


Рис. 3. Гибридологический анализ характера наследования силы иммунного ответа при иммунизации мышей лептоспирами. По оси абсцисс — титры антител (\log_2), по оси ординат — количество животных, %.

мышей, иммунизированных лептоспирами, развивают разный по силе иммунный ответ. Наибольшие титры специфических антител обнаруживаются у мышей линии C57BL/10SnSn, а наименьшие — C3H/HeDiSn. Разница между высокореагирующими и низкореагирующими линиями мышей на 14-е сутки после иммунизации 20-кратная.

Гибридологический анализ — анализ гибридов, полученных скрещиванием оппозитно реагирующих мышей, — выявил доминантный характер наследования высокого типа иммунного ответа (рис. 3), гибриды реагируют по высокому типу. А у гибридов от возвратного скрещивания ($F_1 \times C3H$)BC наблюдается менделевское расщепление по признаку высоты иммунного ответа с наличием особей промежуточного типа реагирования. На основании полученных данных сделан вывод, что высота иммунного ответа мышей на лептоспиры детерминирована более чем одной парой генов. Показано, что данный признак не сцеплен с полом и окрасом шерсти.

Аналогичные исследования были проведены с использованием в качестве антигена эритроцитов барана. Однократная иммунизация нескольких линий мышей выявила оппозитно реагирующие генотипы. Линия C57BL, высокореагирующая на лептоспир, оказалась самой низкореагирующей на эритроциты барана, а высокореагирующими на эритроциты барана оказались мыши линии CBA, различия в титрах антител 10-кратные. Гибридологический анализ наследования характера ответа на эритроциты барана выявил те же закономерности, что и в случае с лептоспирой. Высокий тип реагирования наследуется как доминантный, не сцеплен с полом и окрасом шерсти, детерминирован более чем одной парой генов.

В свете этих данных было важно установить: проявляется ли эта генетическая детерминированность на организменном уровне или на уровне клеточных популяций иммуноцитов. Для этого применили технику

Рис. 5.
Межлинейные различия высоты
иммунного ответа у мышей
на эритроциты барана
в различные возрастные периоды.
По оси абсцисс —
возраст ко времени иммунизации,
по оси ординат — титры антител (\log_2).

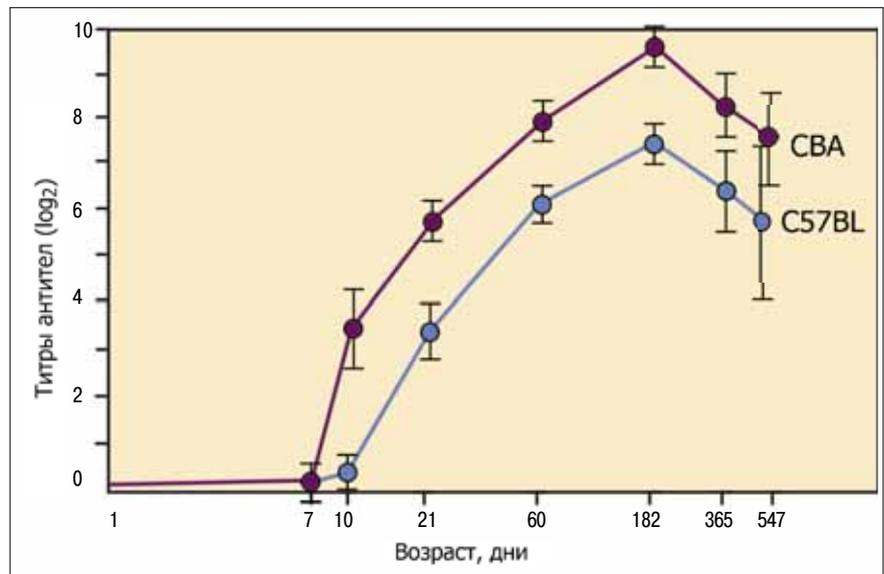
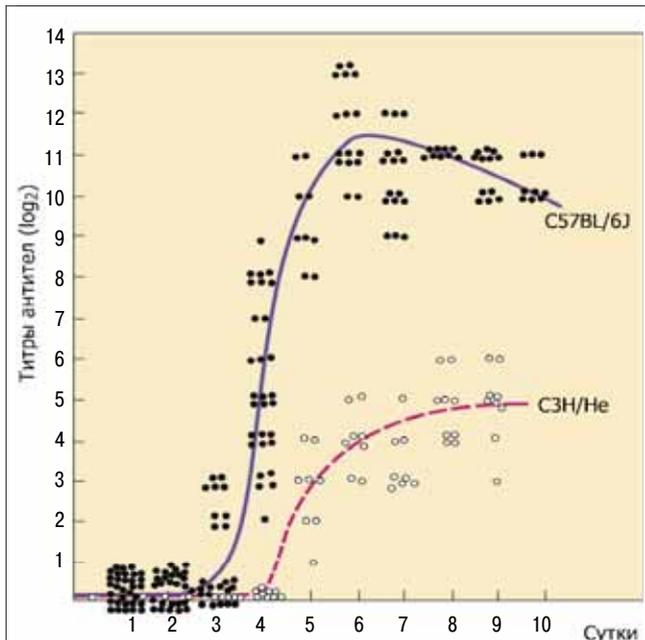


Рис. 4.
Выработка антител к лептоспирам
спленоцитами ($2,5 \times 10^7$) мышей
разных линий после
адоптивного клеточного переноса.
По оси абсцисс — время
после трансплантации клеток,
по оси ординат — титры антител (\log_2).



адоптивного клеточного переноса (альтернативное название, часто применяемое прежде: «культура клеток *in vivo*») — трансплантацию спленоцитов в мышей-реципиентов, получивших смертельную дозу облучения.

Спленоциты мышей высокореагирующих или низкорреагирующих генотипов, помещенные вместе с антигеном в организм реципиентов, вырабатывают соответственно большое или малое количество антител. На рис. 4 приведены соответствующие данные о выработке антител 25 млн спленоцитов от мышей C57BL и C3H. В высокореагирующей популяции накапливается большое количество антителообразующих клеток (АОК).

Таким образом, показано, что иммуногенетические закономерности одинаковы как на клеточном уров-

не, так и на организменном. Отсюда можно сделать вывод, что генетический контроль иммунологической реактивности фенотипически проявляется на уровне популяций лимфоидных клеток.

Генетически-детерминированные различия в высоте иммунного ответа проявляются в течение всей жизни. Из рис. 5 видно, что 6–10-кратные различия в силе иммунного ответа на эритроциты барана у мышей линий CBA и C57BL устанавливаются в первые 2 недели жизни, т.е. в период созревания иммунологической реактивности, и сохраняются до старости (последняя группа мышей была иммунизирована в возрасте 547 дней).

При использовании других антигенов (бычий γ -глобулин, конъюгированный с 2,4-динитрофенолом, α -анатоксины *Cl.perfringes* и *Cl.oedematiens*) мыши каждой линии вырабатывали различные количества антител в зависимости от антигена, и одна и та же линия могла давать сильный иммунный ответ на один антиген и слабый на другой, и эта разница между линиями сохранялась в течение всей жизни животного и не исчезала после подавления выработки антител облучением (хотя интенсивность иммунного ответа значительно снижалась по сравнению с необлученными мышами). Вариабельность иммунного ответа на различные антигены также исследовалась у людей, и полученные данные указывают на существование генов, контролирующих иммунный ответ на различные антигены.

Таким образом, иммунный ответ всегда специфичен, и его интенсивность зависит от генетически-детерминированных свойств отвечающего организма и свойств антигена.

Работы нобелевского лауреата Баруха Бенасеррафа, а также Хью Макдевитта и Майкла Села на модели пептидных антигенов позволили выявить конкретные гены иммунного ответа, названные *Ir*-генами (от immune response — иммунный ответ). *Ir*-гены располагаются в главном комплексе гистосовместимости — МНС (Major Histocompatibility Complex). Этот комплекс, впервые описанный нобелевскими

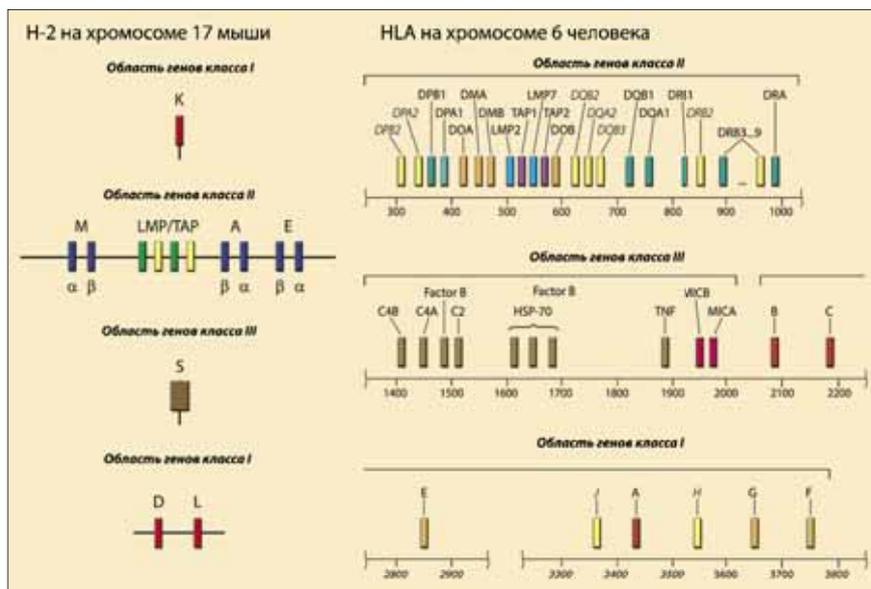


Рис. 6.
Гены главного комплекса гистосовместимости.
Слева — главный комплекс гистосовместимости мыши H-2, справа — главный комплекс гистосовместимости человека HLA.

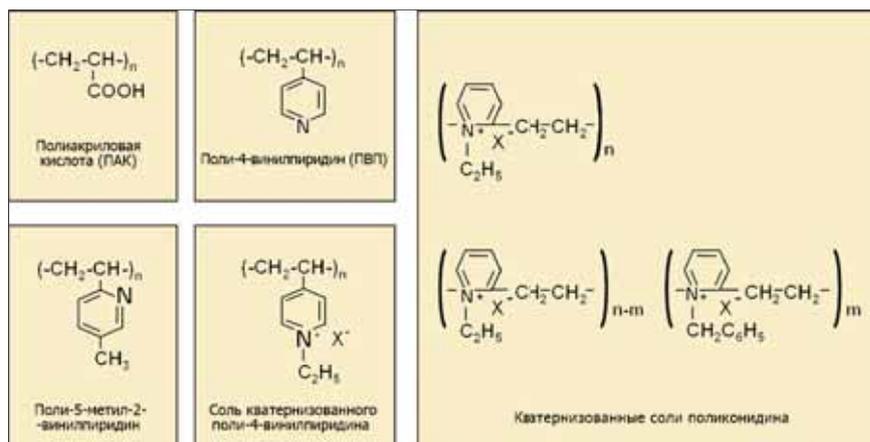


Рис. 7.
Синтетические полиэлектролиты — иммуномодуляторы.

лауреатами Джорджем Снеллом у мышей (H-2) и Жаном Доссе у человека (HLA), представляет собой совокупность тесно связанных генов, картированных соответственно на хромосомах 17 и 6 (рис. 6).

На рис. 7 изображены структурные формулы некоторых синтетических полиэлектролитных носителей — поликатионов и полианионов. Полиакриловая кислота — это полианион, а поли-4-винилпиридин и его производные — поликатионы.

Несмотря на существенные различия в строении и даже в самой химической природе элементарных звеньев макромолекул этих полимеров, их иммуностимулирующая активность близка по величине. Так, любой из них при комплексировании с каким-либо слабым антигеном существенно увеличивает иммунный ответ — примерно на порядок. Важно подчеркнуть, что мономерные аналоги звеньев этих полимеров совсем не проявляют какого-либо иммуномодулирующего действия. Из этих сопоставлений, а также из результатов специальных физико-химических исследований, проведенных совместно с академиком Виктором

Кабановым, следует, что механизм действия полиэлектролитных носителей обусловлен их макромолекулярной природой и объясняется способностью к многоточечному кооперативному взаимодействию с другими комплементарными макромолекулами или кооперативной многоточечной абсорбцией на химически комплементарных поверхностях.

При изучении иммунологических механизмов действия синтетических полиэлектролитов анализировали ранние изменения в мембране клеток иммунной системы (активность циклазных ферментов, систему ионного транспорта, микровязкость липидного матрикса) и основные этапы иммуногенеза, которые, в конечном счете, определяют иммунный ответ, его высоту и силу. В результате были открыты механизмы действия полиэлектролитов, состоящие в активации Т- и В-клеточной миграции, клеточной кооперации, компенсации функции Т-хелперов, кластеризации мембранных белков, сопровождающейся повышением проницаемости клеточной мембраны для ионов Ca^{2+} , Na^+ , K^+ и активацией Ca^{2+} - и $(\text{Na}^+, \text{K}^+)\text{-ATФаз}$.

Рис. 8.
Динамика накопления АОК в селезенке мышей,
иммунизированных БСА (1), нестабильным (2)
или стабильным (3) комплексом БСА-полиэлектролит,
конъюгатом БСА-полиэлектролит (4).
БСА – бычий сывороточный альбумин.

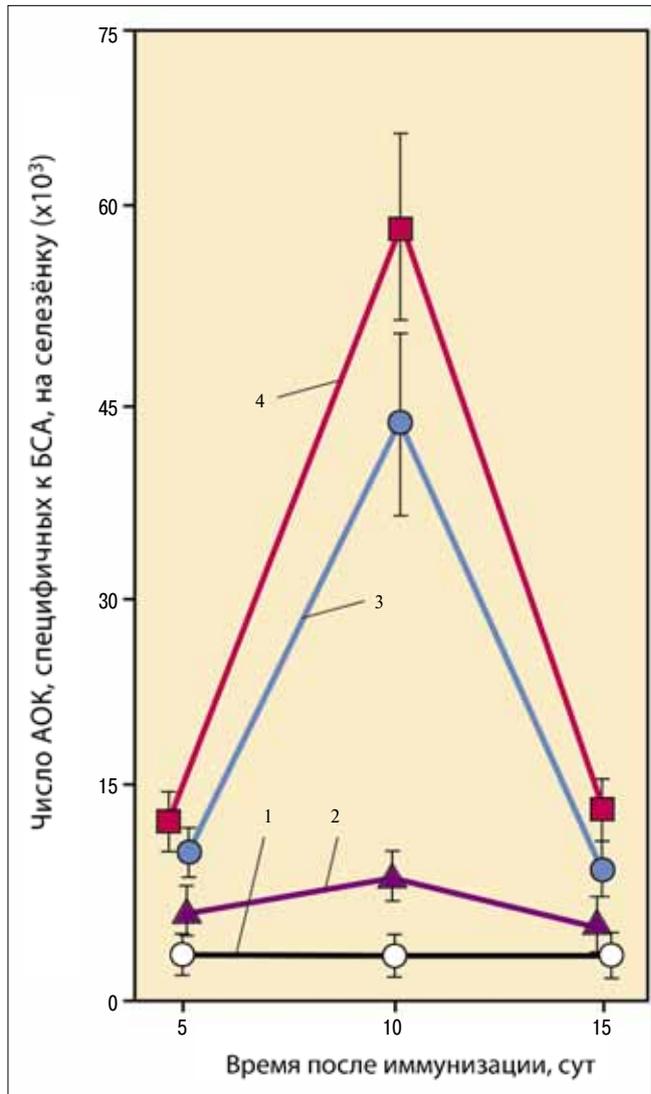
На основании полученных материалов о важнейших свойствах полиэлектролитов и механизма реагирования клеток на них мы предположили, что химическое объединение молекул антигена и полиэлектролита, обеспечивающее фокусирование действия полимера на клетках, взаимодействующих с антигеном, позволит получить наноструктуры с повышенной иммуногенностью. Помимо уже рассмотренного синтетического антигена гаптен–полиэлектролит, примером могут служить иммуногены, полученные присоединением к полиэлектролитным носителям молекул различных антигенов.

Химическое соединение полиэлектролита с антигеном позволяет концентрировать иммуностимулирующее действие полиэлектролита на антигенреактивных клетках. Введение ковалентных конъюгатов антиген–полиэлектролит в организм животных и человека индуцирует значительно более интенсивный иммунный ответ на антиген, чем ответ на введение антигена или нековалентного комплекса антиген+полиэлектролит.

Работы Рэма Петрова, Рахима Хаитова и соавторов показали, что конъюгированные иммуногены можно создавать, используя белковые и полисахаридные антигены, а также синтетические пептиды, имитирующие природные антигенные детерминанты. Были исследованы конъюгаты как с модельными, так и с натуральными антигенами микроорганизмов. Путем ковалентного соединения антигена с полиэлектролитом были созданы высокоиммуногенные конъюгаты, содержащие О- и Н-антигены сальмонелл, гемагглютинин, нейраминидазу, NP- и М-белки вирусов гриппа А и В, гликопротеиновый антиген бруцелл, очищенный белковый компонент туберкулина (PPD) и многие другие. Во всех случаях соединение антигена с полиэлектролитом повышало на порядок и более интенсивность иммунных реакций на антиген (рис. 8) даже у генетически низкореагирующих особей.

Были детально описаны особенности иммунных реакций, развивающихся в организме в ответ на введение конъюгированных иммуногенов. Показано, что происходит интенсификация продукции антител изотипов IgM, IgG1, IgG2a, IgG2b, IgG3, IgA, но не IgE. После однократного введения конъюгата формировалась иммунная память, уровень иммунного ответа на повторное введение того же конъюгата в 10–100 раз превышал уровень первичной иммунной реакции. В лимфатических узлах, ближайших к месту инъекции конъюгата, активировались специфические к антигену Т-хелперы и цитолитические Т-клетки, способные убивать клетку-мишень, зараженную соответствующим вирусом.

Среди важнейших особенностей иммунного ответа на конъюгированные иммуногены необходимо выде-



лить относительную Т- и ИR-независимость (независимость от Т-клеток и *Ir*-генов). Под влиянием полиэлектролитов происходит стимуляция продукции антител к Т-зависимым антигенам даже в организме, дефицитном по содержанию Т-клеток. Полноценный иммунный ответ на конъюгат-полиэлектролит развивается также в организме, имеющем *Ir*-гены слабой иммунной реакции на данный антиген (рис. 9). Благодаря Т- и ИR-независимости конъюгированные иммуногены очень ценны в реальной практике, так как вызывают эффективный иммунный ответ при Т-иммунодефиците и при генетически predetermined слабой способности реагировать на данный антиген. Обычные вакцины в таких случаях неэффективны. Фенотипическая коррекция иммунного ответа доказана в опытах на мышах различных линий при комбинированной иммунизации или вакцинации вместе с полиэлектролитами различных антигенов.

В прямых экспериментах по заражению животных различными возбудителями инфекций установлено, что конъюгированные иммуногены способны

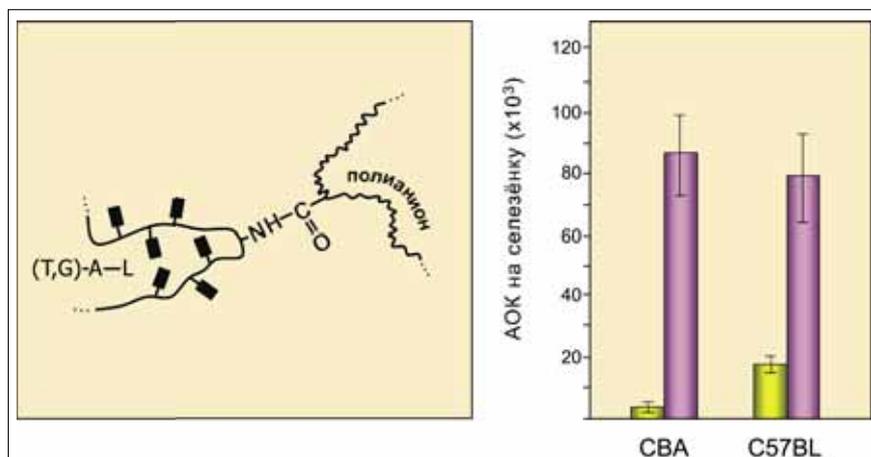
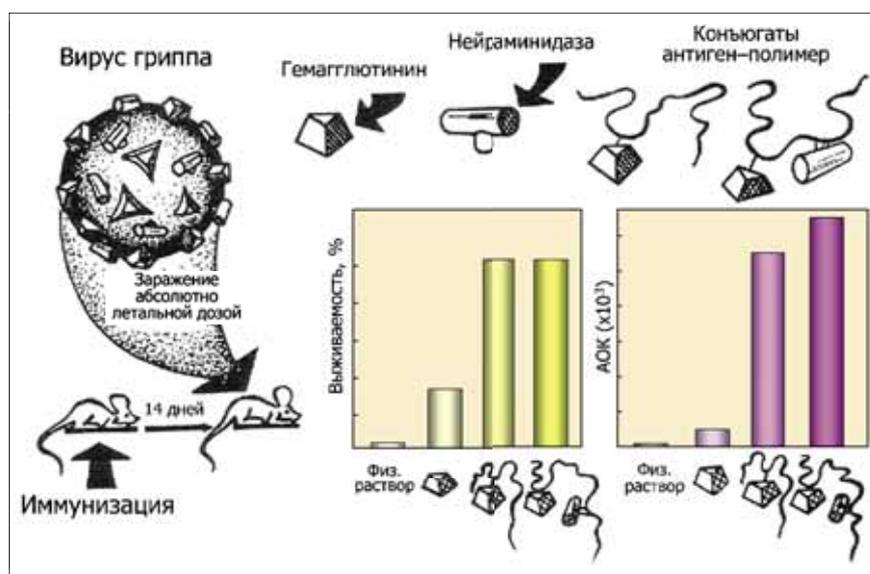


Рис. 9. Фенотипическая коррекция иммунного ответа при иммунизации конъюгатом [(Т, Г)-А-Л]-полиэлектролит.

Рис. 10. Иммуногенность и протективные свойства конъюгатов полиэлектролита и поверхностных антигенов вируса гриппа. За 14 дней до заражения летальной дозой вируса гриппа мышам вводили: физиологический раствор (контроль), гемагглютинин, конъюгат гемагглютинин-полиэлектролит, конъюгат гемагглютинин-нейраминидаза-полиэлектролит.



защищать от летальных доз инфекций. Конъюгированные иммуногены, содержащие гемагглютинин и нейраминидазу вируса гриппа, химически связанные с полиэлектролитом-иммуностимулятором, индуцировали высокий уровень защиты при заражении мышей различных линий патогенным для них штаммом вируса гриппа в смертельной дозе 10 LD₅₀ (рис. 10).

Ранее считалось, что иммунные реакции, специфичные в отношении М-белка, не играют существенной роли в защите от гриппозной инфекции. В модели экспериментального заражения мышей вирусом гриппа установлено, что даже конъюгаты, содержащие в качестве антигенной части М-белок вируса гриппа, защищают мышей от заражения патогенным вирусом.

Исследование протективных свойств конъюгированных иммуногенов, содержащих О- и Н-антигены сальмонелл, тоже показало высокий уровень вакцинирующего (протективного) действия конъюгатов. В модели естественной для мышей инфекции *Salmonella typhimurium* показано, что в составе конъюгата с полиэлектролитом протективная эффективность полисахаридного О-антигена сальмонелл возрастает в 20–40 раз. Используя конъюгат О-антигена или двух антигенов О+Н с полиэлектролитом, можно защитить мышей от заражения абсолютно смертельной дозой 100 LD₅₀ *Salmonella typhimurium*.

Нами была проведена специальная работа по созданию синтетического полимера-иммуностимулятора, отвечающего требованиям, предъявляемым к фармакологическим препаратам. От других полиэлектролитов такой препарат должен отличаться безвредностью, способностью к деструкции и выведению из организма. При решении этих задач было необходимо сохранить способность полимера к многоточечным кооперативным взаимодействиям, с которой и связана иммуностимулирующая активность полиэлектролитов. Совместно с доктором химических наук Аркадием Некрасовым в 1990 г. был синтезирован биодеструктурируемый полимер, отвечающий сформулированным выше требованиям, — сополимер N-окиси 1,4-этиленпиперазина и (N — карбоксиэтил)-1,4-

югата с полиэлектролитом протективная эффективность полисахаридного О-антигена сальмонелл возрастает в 20–40 раз. Используя конъюгат О-антигена или двух антигенов О+Н с полиэлектролитом, можно защитить мышей от заражения абсолютно смертельной дозой 100 LD₅₀ *Salmonella typhimurium*.

Рис. 11.
Химическая формула
полиоксидония.



этиленпиперазиния бромида, впоследствии названный полиоксидонием (ПО) (рис. 11). ПО — это первый оригинальный препарат нового класса гетероцепных алифатических полиаминов.

ПО запатентован с приоритетом 1990 г. Множество повторяющихся дипольных NO-групп обеспечивают высокую способность к многоточечным кооперативным взаимодействиям. Карбоксиэтильные группы приносят дополнительные абсорбционные свойства, а главное, служат универсальными сайтами для химического присоединения к любому антигену.

ПО подвергается в организме деструкции биологическими системами утилизации N-окисей третичных полиаминов. Хорошо известно, что окисление третичных аминов через образование N-оксидов — это основной путь метаболизма азотистых соединений в живой природе. Были изучены механизмы деструкции ПО, определены кинетические и термодинамические константы этого процесса. Установлено, что ПО деструктирует вследствие разрывов N—C-связи, что характерно для алифатических N-окисей. Детально изучена фармакокинетика N- и C-меченного ПО в организме экспериментальных животных. Показано, что ПО эффективно выводится из организма, определены периоды полураспределения и полуэлиминации, время удержания, клиренс и другие важные фармакокинетические параметры.

Иммуностимулирующие свойства ПО сравнимы с таковыми у ранее изученных синтетических полиэлектролитов. Под влиянием ПО значительно активируются функции фагоцитов, повышается интенсивность антителиобразования в ответ на чужеродные антигены.

Ковалентное соединение ПО с белковыми или полисахаридными антигенами приводит к усилению иммуногенности конъюгированных антигенов. ПО в качестве носителя повышает иммуногенность и протективные свойства антигенов, выделенных из возбудителей гриппа, бруцеллеза, брюшного тифа, гепатита А, туберкулеза и других бактериальных и вирусных инфекций.

Создание перечисленных выше конъюгированных вакцин находится на разных стадиях. Разработана, производится и внедрена в практику здравоохранения тривалентная полимер-субъединичная конъю-

гированная вакцина против гриппа, завершены клинические испытания бруцеллезной вакцины, завершены доклинические испытания брюшнотифозной вакцины, проводятся доклинические испытания вакцины против туберкулеза.

Успешный опыт создания и внедрения в практику полимер-субъединичной гриппозной вакцины является апробированной основой для следующих вакцин и заслуживает более подробного описания. Мы создали вакцину, содержащую очищенные белки — гемагглютинин и нейраминидазу трех вирусов гриппа: А (H1N1 и H3N2) и В, конъюгированные с ПО. Эта вакцина известна под названием «Гриппол». Промышленный выпуск вакцины Гриппол осуществляется с 1997 г. крупнейшими в России предприятиями по производству высококачественных иммунобиологических препаратов и лекарственных средств (Иммуноген, Петровакс).

Доказано, что иммуностимулирующие и мембраноактивные свойства полиэлектролитов критически зависят от степени полимеризации и наличия вторичных ионогенных или дипольных групп, т.е. обусловлены «полимерностью» как таковой. Таким образом, впервые в медицинскую практику внедрены синтетические макромолекулы, биологическое действие которых основано на их эффективном физико-химическом взаимодействии с клетками. До настоящей работы круг полимеров для медицины был ограничен химически нейтральными веществами типа поливинилпирролидона, использующимися в качестве конструкционных материалов или пассивных носителей низкомолекулярных лекарств.

Сравнение полученных нами результатов с достижениями других исследователей в мире позволяет утверждать, что представленная работа не имеет аналогов и относится к лидирующим в области новых принципов и технологий создания вакцин.

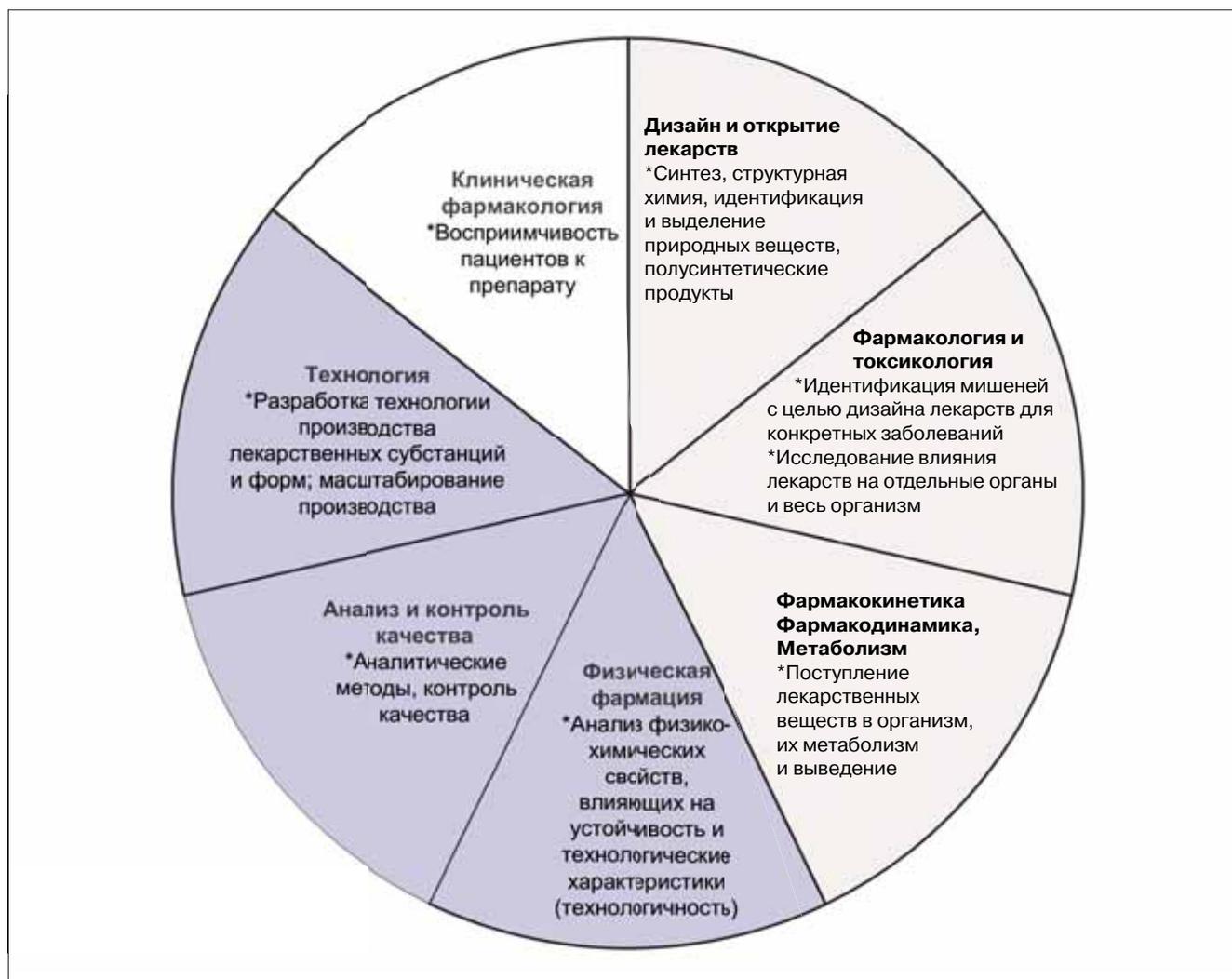
ФИЗИЧЕСКАЯ ФАРМАЦИЯ И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Доктор химических наук Елена БОЛДЫРЕВА,
заведующая кафедрой химии твердого тела
Новосибирского государственного университета,
руководитель группы реакционной способности твердых веществ
Института химии твердого тела и механохимии СО РАН

Создание новых эффективных лекарств — долгий и трудоемкий процесс. Он требует многолетних усилий не только ученых, но и инженеров, в том числе специалистов по физической фармации, опирающейся в значительной степени на достижения химии твердого тела, физической химии, кристаллографии.

В конце 2011 г. журнал Американского химического общества «Chemistry and Engineering News» вынес на обложку вопрос: «Вам нужны вещества или лекарства?». Вопрос закономерный, потому что синтезированные искусственно или же извлеченные из природного сырья и существующие в виде «просто» порошков или жидкостей лекарственные вещества — в большинстве случаев еще не лекарства. Чтобы стать ими, эти вещества должны войти в состав растворов для инъекций, таблеток, сиропов, мазей, спреев, пластырей и даже жевательных резинок или конфет, содержащих также большую долю вспомогательных индифферентных веществ, наполнителей, или, как их еще называют, эксипиентов. Их добавляют для того, чтобы упростить приготовление

лекарственной формы, увеличить срок ее хранения, повысить удобство использования, биодоступность или биоактивность. Примеры улучшаемых свойств — прессуемость и механическая прочность таблеток, их гигроскопичность (чувствительность к влаге воздуха), скорость растворения, адресная доставка в нужные органы или даже клетки (например, раковые), вкус, запах, цвет. Разные лекарственные формы могут содержать вещества одного и того же химического состава, но различной кристаллической структуры (полиморфные модификации) или вообще аморфные, различаться размером и формой составляющих частиц, представлять собой соли, многокомпонентные кристаллы (со-кристаллы, сольваты), механические смеси или композитные материалы.



Области исследований, необходимых при разработке лекарственного препарата. Все они связаны с получением и изучением твердых веществ (тем больше, чем интенсивнее окраска соответствующего поля на диаграмме).

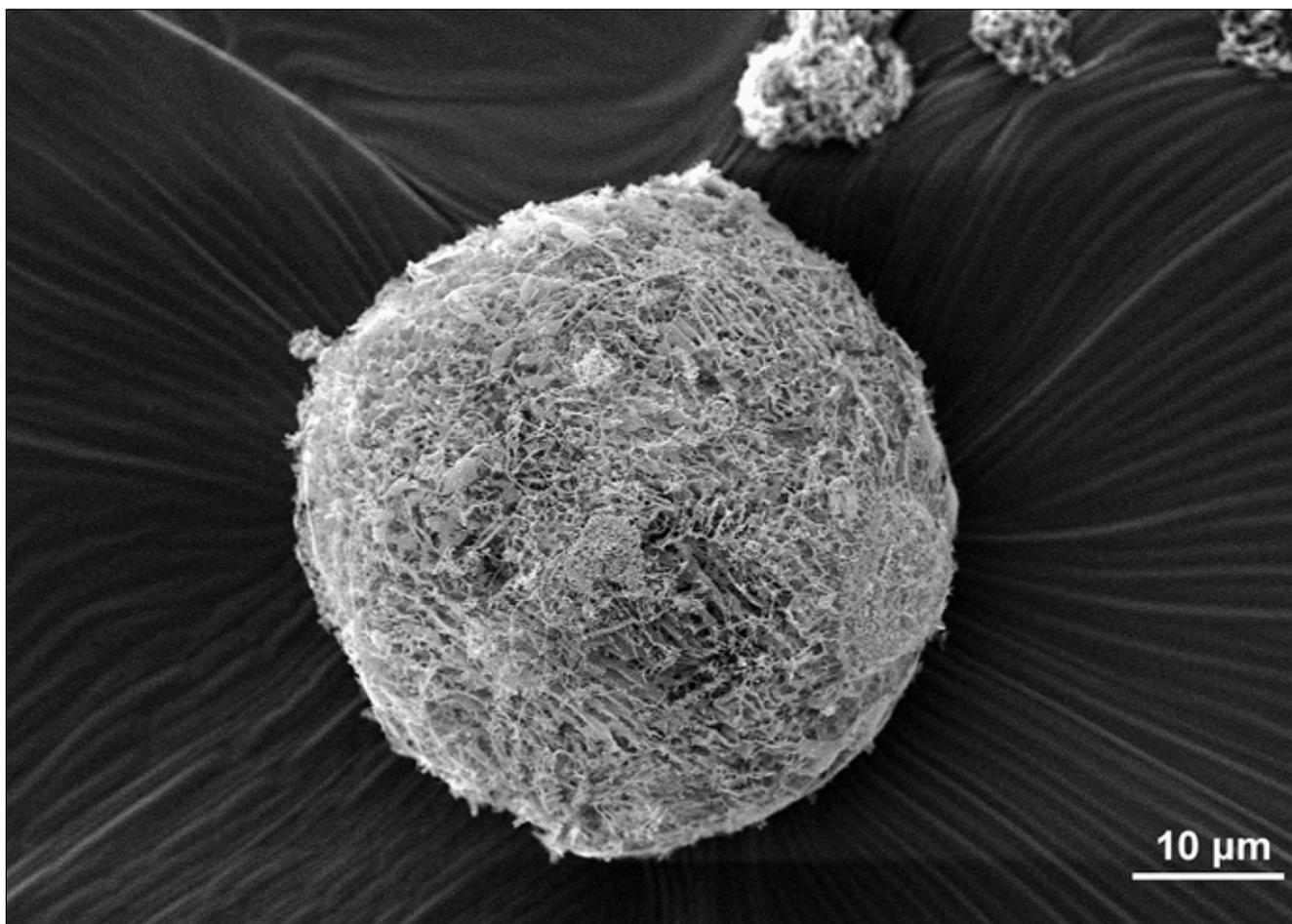
НОВЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ИЛИ СТАРЫЕ ПРОВЕРЕННЫЕ?

Путь от «лечебной» молекулы к лекарству занимает годы и даже десятилетия. Основные затраты времени и ресурсов приходятся на доклинические и клинические испытания, в том числе проверку токсичности, подбор оптимальной и предельной доз, а также разработку производственной технологии, выбор наиболее приемлемой формы, патентование.

Очень важна всесторонняя проверка безопасности новых лекарств, изучение побочных эффектов их применения, многие из которых проявляются лишь через много лет, иногда даже в следующих поколениях. В этом отношении старые, проверенные десятилетиями, а иногда и веками, лекарственные вещества обладают рядом преимуществ, в частности, не требуют длительных фармакологических и токсикологи-

ческих испытаний, хотя их эффективность не всегда так высока, как хотелось бы. Поэтому актуальна задача разработки на их основе более действенных форм, что способно дать отдачу вложенных на исследования средств намного быстрее, чем поиск абсолютно новых препаратов.

Необходимо отметить, что огромную часть фармацевтического рынка занимают дженерики. Они содержат лекарственное вещество оригинального препарата (бренда), запатентованного какой-то фирмой, но выпускаются в виде другой формы, что позволяет выйти из поля, защищенного патентом. Поскольку аналоги намного дешевле оригинала, то их производство особенно резко возрастает после истечения срока действия патентов на бренд. Интерес к дженерикам велик не только у мелких компаний в странах с низкими доходами населения, но и у крупных



Такие микронные шарики (диаметр 20 мк) состоят из наночастиц композита лекарственного вещества (в данном случае противоастматического препарата сальбутамола). Он нанесен на носитель (глицин), препятствующий слипанию частиц и делающий их пригодными для использования в порошках для вдыхания.

Фото предоставлено А. Огиенко

транснациональных фармацевтических корпораций. Затраты на их разработку стремительно растут. Так, если в 2005 г. на эти цели в мире выделялось около 20% средств, вкладываемых в развитие лекарственных форм, то к 2015 г. предполагается ассигновать уже 50%. Для того чтобы дженерик не уступал по терапевтическому эффекту патентованному средству, надо уметь не только синтезировать субстанции или, закупая их, контролировать их химическую и стереохимическую чистоту, но и выпускать качественные лекарственные формы.

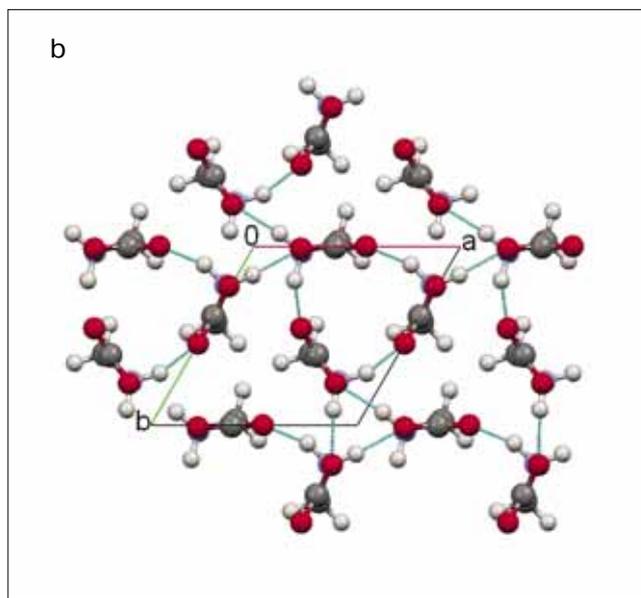
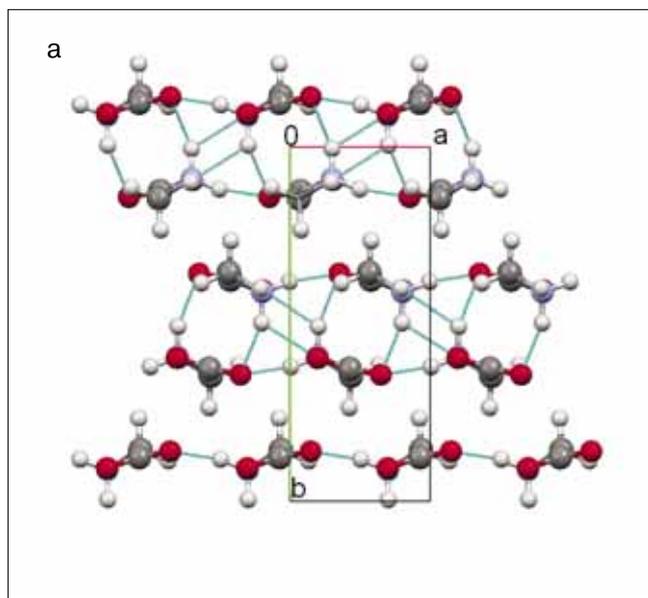
Даже маленькие компании способны конкурировать с крупными, если налаживают производство дженериков. Они могут сами патентовать свои новые продукты и способы их получения, защищаясь от крупных фирм. При этом разработчики нередко изменяют состав эксипиентов, средства и пути доставки лекарственного вещества в организм, вводят в состав препарата дополнительные активные фармацевтические ингредиенты, готовят на их основе соли,

смешанные кристаллы или композиты, создают новые полиморфные модификации, аморфные формы.

КОНФЛИКТ РАСТВОРИМОСТИ И ПРОНИЦАЕМОСТИ

Независимо от того, является ли лекарственное вещество абсолютно новым или давно известным, при разработке лекарственных форм (будь то бренд или дженерик) приходится решать один и тот же комплекс проблем: солюбилизации (коллоидного растворения), проницаемости биологических барьеров (трансдермального, гематоэнцефалического*), адресной доставки, контроля скорости поступления в организм и выведения продуктов распада, снижения токсичности, поиска способов введения. Отдельный блок касается производства, транспорти-

*Гематоэнцефалический барьер регулирует транспорт из крови в мозг биологически активных веществ, метаболитов, препятствуя проникновению в центральную нервную систему переносимых кровью чужеродных веществ, микроорганизмов, токсинов и т.д. (прим. ред.).



Альфа- и гамма- полиморфные модификации глицина различаются упаковкой одних и тех же молекул в кристаллической структуре. В альфа-форме (а) они образуют двойные слои, в гамма-форме (b) – тройные спирали, связанные между собой в трехмерную сетку. Показаны также элементарные ячейки обеих структур и кристаллографические оси. Голубым цветом обозначены водородные связи между молекулами. Красные шары – атомы кислорода, голубые – атомы азота, серые – атомы углерода, белые – атомы водорода.

ровки, хранения фармацевтических препаратов. Наконец, важно создание своей или преодоление чужой патентной защиты. Большая часть этих задач требует изменения не химического состава лекарственного вещества, а его состояния — приготовление в виде частиц определенного размера и формы, с другой кристаллической структурой или аморфного, в виде комплексов или механических смесей с другими компонентами. Все перечисленные задачи и призвана решать физическая фармация.

По имеющимся данным не менее 40% лекарственных веществ, продающихся на рынке, плохо растворимы в биологических жидкостях. А из всего количества новых веществ, предлагаемых для применения в качестве лекарств, таких намного больше — около 90%. Проблема усугубляется тем, что растворимость и проницаемость нередко находятся в конфликте, т.е. вещества, легко проходящие сквозь клеточные мембраны, что важно для их действия, как правило, плохо растворимы. К сожалению, хорошая растворимость и при этом хорошая проницаемость очень редки. Плохо растворимые и плохо проницаемые вещества бесперспективны как лекарства. Вовремя выявить такие среди новых синтезированных препаратов крайне важно для того, чтобы сохранить время и средства разработчиков.

Существует много способов влияния на свойства лекарственных форм (без изменения химического состава): варьирование размера частиц, их формы, изме-

нение способа организации в ансамбль, варьирование структуры, приготовление солей, сольватов, молекулярных комплексов, со-кристаллов и др.

При изменении размера частиц от миллиметров до нанометров растворимость может увеличиваться в несколько раз. При этом важно помнить, что с точки зрения фармации такой рост лучше, чем в сотни раз. Слишком большие пересыщения, сохраняющиеся не очень долго, могут вызвать осаждение кристаллов лекарственных веществ в почках, печени, мышцах, а слишком высокая концентрация в биологических жидкостях (крови, лимфе, желудочном соке) может превысить порог токсичности. Повышение растворимости за счет образования комплексов приведет не к повышению, а уменьшению биодоступности препарата, если комплекс окажется настолько прочным, что не будет разрушаться в организме, — лекарственное вещество выйдет из него, не будучи усвоенным.

МАЛ ЗОЛОТНИК ДА ДОРОГ

Мелкие частицы не только лучше растворяются. Они нередко обладают более высокой антибактериальной активностью в отношении патогенных микроорганизмов. Для того чтобы наночастицы не слипались вместе и не теряли своих уникальных свойств, они должны быть введены в какую-то матрицу или нанесены на носитель (фторополимер, силикагель). Нередко получение таких частиц и распределение их в инертной стабилизирующей матрице производят в



А — гамма-полиморфная модификация глицина значительно активнее альфа-полиморфной, например, при снятии каталептического синдрома (застывание в неподвижной позе при психических расстройствах).

Фото предоставлено А. Маркелем

В — введение гамма-глицина через нос — эффективная защита от проникновения в мозг вдыхаемых наночастиц гидроксида марганца. Попавшие в мозг наночастицы визуализированы в ходе томографического исследования.

Фото предоставлено А. Ратушняком

одном и том же процессе. Например, в нашей группе разработан метод, позволяющий в ходе твердофазных реакций получать микрошарики из наночастиц лекарственного вещества, нанесенных на носитель из одного или более компонентов. Использование двух- и более компонентных носителей позволяет «примирить непримиримое» — получить порошки веществ, хорошо растворимых в биологических жидкостях и одновременно способных проникать через биологические мембраны, что важно, например, для противораковых препаратов. Помимо этого, полученные дисперсные образцы могут гораздо лучше прессоваться в таблетки, даже без вспомогательных

веществ — крахмала, целлюлозы, талька, а также использоваться в качестве порошков для вдыхания, не требуя применения фреонов. Сам носитель при этом не только не вреден, но и, напротив, дополнительно полезен, как, например, в композициях сальбутамола (препарат, купирующий приступы бронхиальной астмы) с глицином.

При использовании дисперсных частиц лекарственных веществ для введения через нос важно получать фракции строго определенного размера. Именно в зависимости от размера вдыхаемые частицы попадают в носоглотку, в центральные или периферические дыхательные пути, бронхи, легкие, а также в

мозг. Кстати, одни наночастицы (например, глицина) могут успешно блокировать попадание в мозг других (например, неорганических соединений металлов) при вдыхании, что имеет значение уже для обеспечения безопасности тех, кто вынужден контактировать с наночастицами, находящимися в воздухе.

Еще одна возможность, открывающаяся за счет уменьшения размера частиц, — повышение их устойчивости в отношении структурных превращений, например, при транспортировке или хранении. Так, аминокислота DL-цистеин претерпевает фазовый переход при понижении температуры до -15°C (вполне реальные зимние температуры для России и ряда других стран), если частицы имеют размер более 10 мкм, но становится устойчивой при их размере от 1 до 10 мкм.

Существуют различные способы получения частиц контролируемого размера и формы: очень быстрая кристаллизация из раствора, механическая или ультразвуковая обработка, дегидратация или десольватация более крупных частиц, полиморфные превращения в более крупных частицах, в результате которых образец разрушается на мелкие фрагменты, и, наконец, твердофазные реакции, например разложения или обмена, сопровождающиеся диспергированием образцов.

Один из перспективных методов — резкое замораживание растворов лекарственных веществ в смешанных водно-органических растворителях и последующая вакуумная сушка. При замораживании раствора образуются твердые клатраты — соединения включения молекул органического растворителя и воды, такие «смешанные льды». Лекарственное вещество при этом «выдавливается» за пределы клатрата, образуя шарики, состоящие из мельчайших частиц. Если подобрать условия сушки таким образом, чтобы клатрат испарялся, не образуя промежуточных жидких фаз, мелкие частицы лекарственного вещества удастся сохранить и в дальнейшем использовать. В противном случае они перекристаллизуются из появившейся жидкости и укрупняются, а их потребительские свойства заметно ухудшаются.

ВАЖНЫ И ФОРМА, И СТРУКТУРА

Размер частиц — не единственный параметр, влияющий на их свойства. Еще одна важная характеристика — форма (иголки, пластинки, объемные частицы с различным соотношением разных граней). Она влияет на технологические процессы (фильтрацию, таблетирование), а также на проникновение в мозг через дыхательные пути, растворение, проникновение через биологические мембраны. Например, иголки способны пройти через каналы, которые непреодолимы для

пластинок. Возможно также изменение гигроскопичности и даже химической стабильности, так как удельная доля поверхностей граней, с которых начинается разложение или взаимодействие с газами в окружающей среде, изменяется. Свойства разных граней многих молекулярных кристаллов различаются настолько, что, например, одна смачивается водой, а другая нет, одна окисляется, а другая остается инертной.

Форма кристаллов существенно влияет на скорость растворения ибупрофена (противовоспалительный препарат), триметоприма (бактериостатический антибиотик) и ряда других соединений. К числу основных методов изменения формы частиц относятся варьирование пересыщения раствора, скоростей охлаждения и перемешивания, кристаллизация из разных растворителей, введение в кристаллизационный раствор или расплав примесей, поверхностно-активных веществ, например мыла, использование подложек, проведение кристаллизации в порах матрицы (к примеру, в нанопористой керамике), а также измельчение.

Важнейшая характеристика твердого вещества наряду с его химическим составом — структура. Одно и то же вещество может образовывать различные кристаллические структуры (скажем, алмаз и графит). В этом случае говорят о явлении полиморфизма. Среди молекулярных кристаллов он распространен очень широко. В фармацевтической промышленности остро востребованы умение предсказывать существование всех возможных полиморфных модификаций для какого-то вещества и разработка методов надежного и воспроизводимого получения желаемых полиморфных модификаций, а также предотвращения их неконтролируемого превращения в другие формы.

Существует много видов полиморфизма молекулярных кристаллов. Если молекулы жесткие, то кристаллические структуры могут различаться упаковкой. Примером являются модификации простейшей аминокислоты, глицина, или противовоспалительного препарата — парацетамола. Более крупные молекулы могут различаться еще и своей конформацией в кристаллических структурах, порождая конформационный полиморфизм. Примерами служат антидиабетические препараты хлорпропамид, толбутамид, многие противовоспалительные препараты, аминокислоты серин и цистеин. Наконец, полиморфизм может сопровождаться очень заметным перераспределением электронной плотности и заряда, приводя к таутомерным переходам (атом водорода переходит от одной группы к другой внутри молекулы), цвиттерионной изомеризации (молекула нейтральна в целом, но ее концы несут,



В таких миниатюрных ячейках можно создавать давление до 100 тыс. атм, что используется для получения новых полиморфных модификаций лекарственных веществ.

Фото предоставлено
Н. Тумановым

соответственно, отрицательный и положительный заряды). Примеры: противовоспалительные препараты пироксикам, индометацин.

Значение полиморфизма лекарственных веществ и эксипиентов для фармацевтической промышленности невозможно переоценить. Различные полиморфы имеют разные свойства, что оказывает влияние на производство, биологическое действие, хранение и может быть использовано для улучшения лекарственных форм. С другой стороны, такие модификации могут образовываться неподконтрольно в ходе производства или при хранении, что негативно отражается на качестве и патентной защите. Не случайно проблеме полиморфизма молекулярных кристаллов вообще и лекарственных веществ в частности посвящены тысячи статей и десятки монографий.

Интересный пример того, как разные полиморфные модификации могут различаться по своей биологической активности, дает глицин. На рынке представлено множество фирм, производящих глицин, но все препараты готовятся из одной и той же полиморфной модификации — альфа-формы. Нами получено несколько патентов на способы надежного и воспроизводимого получения другой полиморфной модификации — гамма-формы — и исследована ее биологическая активность *in vivo* и *in vitro*. Было показано, что активность гамма-глицина, его влияние на электрическую активность нейронов в несколько раз выше, чем альфа-глицина.

Неконтролируемое появление полиморфных модификаций оборачивается огромными убытками из-за вынужденного снятия препарата с производства. Ярким примером может служить ритонавир — препарат для лечения ВИЧ-заболевания, выпускавшийся американской химико-фармацевтической корпорацией Abbott. Через несколько лет успешного производства вместо растворимой метастабильной формы при тех же технологических условиях начала образовываться стабильная и неактивная кристаллическая модификация. Решить проблему фирма не смогла, так как действовала неграмотно: вместо того, чтобы локализовать проблему и отрезать «инфицированный» цех от любых контактов с внешним миром, проводились многочисленные инспекции и совещания по всему миру. В конце концов затравки нежелательной более устойчивой формы оказались занесенными повсюду, и образование менее стабильной формы в их присутствии стало невозможным. Вынужденная остановка производства и замена препарата на другую форму заняла длительное время и обернулась для компании убытком в размере 500 млн долларов США.

После этой нашумевшей истории были введены новые правила аттестации лекарственных веществ: для каждого должна быть в обязательном порядке указана информация обо всех имеющихся полиморфных модификациях и сольватах. Это делает очень востребованными исследования по поиску полиморфных

модификаций, расшифровке их структуры, изучению термической устойчивости, а также возможных превращений при хранении и на этапах технологической цепочки.

ПОЛИМОРФИЗМ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Новые полиморфные модификации получают различными способами: за счет варьирования условий кристаллизации или хранения, температуры и давления, твердофазных превращений — фазовых переходов и химических реакций, а также в результате механического воздействия.

В процессе производства твердые лекарственные вещества неоднократно подвергаются сдвиговым и ударным воздействиям, а также одноосному или даже гидростатическому сжатию. Во многих кристаллах полиморфные переходы могут быть инициированы просто их уколом, а также при механической обработке в мельнице. Новые формы метастабильны при нормальных условиях и часто лучше растворимы, однако не могут сохраняться длительное время, если брать собственно лекарственные вещества. В присутствии эксипиентов полиморфные переходы при механическом воздействии протекают более полно, а метастабильные формы «живут» дольше — год и более, так что могут быть использованы в составе лекарственных препаратов.

Нередко для достижения желаемого эффекта необходимо сочетание нескольких воздействий. Например, механическая обработка при комнатной температуре некоторых антидиабетических препаратов не приводит к сколько-нибудь существенным изменениям. Их охлаждение и затем снова нагрев до комнатной температуры также не дают заметного результата. Однако если те же образцы охлаждать в момент механического воздействия на них, наблюдаются полиморфные превращения. При охлаждении происходит изменение конформации молекул, которое обратимо в отсутствии механического воздействия, но может привести к смене упаковки молекул в кристалле, если охлаждение сопровождается обработкой в мельнице. Иногда, напротив, превращение требует сочетания механической обработки с нагреванием. Разные виды механического воздействия — удар, сдвиг, сжатие, растяжение — могут приводить к разным результатам. Например, удар вызывает одно превращение, сдвиг — совершенно иное. Поэтому для разных превращений приходится подбирать, а иногда и специально конструировать свои аппараты.

В числе сравнительно новых приемов механического воздействия на лекарственные вещества — ис-

пользование гидростатического высокого давления. Впервые оно было использовано в конце 1990-х годов для того, чтобы получить новые полиморфные модификации парацетамола. Одна из них, менее активная и не прессуемая без вспомогательных веществ, при повышении давления превращается в более активную и легко прессующую форму. А вот при обработке в мельнице или ручном растирании в ступке наблюдается обратный процесс.

Вызываемое давлением превращение парацетамола в новую форму в твердой фазе идет неполно, несмотря на то, что оно отвечает требованиям термодинамики. Из-за того, что все молекулы в кристалле «обычной» формы связаны сетками водородных связей в двумерные слои, их реорганизация, необходимая для перестройки структуры в более активную форму, очень затруднена. Если же приготовить раствор того же препарата и затем вырастить из него кристаллы при высоком давлении, образуется более активная форма, сохраняющаяся и при разгрузке образца до нормального давления, хотя уже как метастабильная для нормальных условий. Таким же методом удается получать и «закачивать» до нормальных условий кристаллы многих других лекарственных веществ, включая антибиотики. Воспроизводимое получение при высоких давлениях даже небольших количеств полиморфных модификаций, которые при нормальных условиях метастабильны, позволяет использовать их как затравки уже для массовой кристаллизации.

Полиморфизм может проявиться и тогда, когда его совсем не ждут. Например, образец может превращаться необратимо или с очень большим гистерезисом (различием температур прямого и обратного перехода) в другую форму при переносе из одного здания в другое (зимой), пересылке авиапочтой, при хранении в холодильнике или морозильнике. На протекание полиморфного перехода могут влиять и размер частиц, наличие в образце остаточных включений маточного раствора, из которого он вырос. Нередко такой переход может быть спровоцирован циклическим изменением температуры — от комнатной до низкой и обратно. Вопреки расхожему мнению, не все лекарства можно и полезно хранить в холодильнике.

Если кристаллическая структура нарушается таким образом, что исчезает дальний порядок (упорядоченность во взаимном расположении атомов или молекул на неограниченно больших расстояниях), говорят об аморфизации образца. При этом размер частиц может уменьшаться или же сохраняться. Аморфизация — один из самых распространенных способов получения растворимых форм лекарствен-



Патенты, полученные новосибирскими учеными на новые препараты на основе природного сырья — отходов хозяйственной деятельности (бетулин, серотонин, лапаконитин, галокатехин и др.).
 Фото предоставлены О. Ломовским

ных веществ. Образованию и сохранению аморфных состояний способствует механическая обработка совместно со вспомогательными веществами. Приведем только один пример из исследований ижевских ученых. Аморфный глюконат кальция обладает совершенно уникальными свойствами в сравнении с кристаллической формой того же соединения. Будучи введенным в организм, он способен встраиваться в костную ткань, способствуя заживлению поврежденных костей и хрящей, излечению остеопороза, устранению тяжелейших повреждений.

СО-КРИСТАЛЛЫ — НОВОЕ В ФАРМАЦИИ

Новый подход к созданию улучшенных лекарственных форм — дизайн и практическое получение многокомпонентных кристаллов, смешанных кристаллов, или, как их называют в современной литературе, со-кристаллов. В них молекулы разных типов закономерно чередуются, так что общая структура описывается элементарной ячейкой, в которой строго определенные позиции заняты молекулами определенного сорта. Нередко такие структуры можно

рассматривать также как нанокompозиты, в которых нанометровые слои и цепи компонентов чередуются закономерным образом. За счет образования со-кристаллов возможно модифицировать такие практически важные свойства лекарственных форм, как растворимость и его скорость, гигроскопичность, устойчивость при хранении.

Смешанные кристаллы получают кристаллизацией из раствора, расплава, а также совместным растиранием нескольких компонентов. Так, для одного из важных, но очень плохо растворимых лекарственных препаратов — мелоксикама — проблему солюбилизации удалось успешно решить за счет разработки механохимических методов получения его со-кристаллов с дикарбоновыми кислотами и анализа корреляций их структуры со свойствами. Было показано, что введение второго компонента в кристалл позволяет разрушить centrosymmetric димеры молекул мелоксикама, что облегчает атаку на него со стороны молекул растворителя и тем самым облегчает переход молекул лекарственного вещества в раствор. В результате достигаются значительно более высокие концентрации мелоксикама в его растворах, причем это пересыщение сохраняется длительное время (сутки и более), что достаточно для терапии.

СИНТЕЗИРОВАТЬ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ «НАТУРАЛЬНОЕ»?

Очень часто мы слышим в рекламе: «Никакой химии, все натуральное!». На самом деле, сама по себе «химия», т.е. искусственно синтезированные вещества, ничем не страшнее, чем те же компоненты, извлеченные из природных материалов. Почему же иногда на самом деле лекарства природного происхождения оказываются более действенными? Причина в том, что препараты, приготовленные из природного сырья, обычно содержат не одно вещество, а много, причем в виде не механической смеси, а сложных многокомпонентных структур — композитов. Еще наши далекие предки знали, что для применения лекарственных растений вовсе не обязательно извлекать из них чистые вещества. Напротив, гораздо действеннее использовать растение целиком, правда, подвергнув его предварительной обработке, например механической (истолочь в ступке или растереть между камнями).

Пройдя через этап «увлечения химией», т.е. извлечения лекарственных веществ из природных материалов при помощи различных растворителей, человек возвращается к истокам. Сначала многостадийная экстракция, требовавшая расходования тонн дорогостоящих и токсичных органических растворителей и воды, была заменена на значительно менее вредную

для окружающей среды и более экономичную «сухую» с помощью механохимических технологий, а затем от экстракции отдельных веществ отказались вовсе. Удалось подобрать такие условия механической обработки, при которой клеточные мембраны растительной ткани разрушаются, делая активные вещества биодоступными, а сами лекарственные компоненты при этом сохраняются. Остающиеся в таком «активном» образце растительные полимерные волокна и другие соединения не только не мешают действию лекарственных веществ, напротив, улучшают характеристики препарата, играя ту же роль, что и синтетические эксипиенты в таблетках. Только в данном случае их не надо вводить в таблетку извне: они уже содержатся в приготовленном из природного материала механокомпозите. За данным методом — будущее. Он связывает опыт народной медицины с самыми современными медицинскими технологиями и при этом позволяет рационально использовать природные ресурсы. Нередко в производстве ценнейших лекарственных препаратов, в том числе противоопухолевых, иммуномодулирующих и многих других, используются части растений, остающиеся в виде тонн отходов в результате хозяйственной деятельности человека — кора и опилки лиственницы, березы, кедра, рисовая шелуха и т.п. В Юго-Восточной Азии предложенные «сухие» механо-биотехнологии вызвали огромный интерес, не в последнюю очередь потому, что позволили избавиться от большой массы отходов.

В заключение подчеркну, что «рецептурные способы» получения фармпрепаратов себя изжили. Получить качественную лекарственную форму можно, лишь опираясь на достижения фундаментальных исследований. Дизайн, скрининг, оптимизация лекарственных форм не менее важны, чем скрининг и синтез лекарственных субстанций. Работы в этом направлении ведутся во всем мире, и наш научно-образовательный центр «Молекулярный дизайн и экологически-безопасные технологии» Новосибирского государственного университета занимается в этой области достойное место. Свидетельство тому — приезжающие к нам учиться и работать магистранты, аспиранты и профессора из многих стран мира, включая Великобританию, Италию, Австрию, США, Швейцарию, Германию, Канаду.

Иллюстрации предоставлены автором

ВЕРШИНА ПОДВОДНОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ

Марина ХАЛИЗЕВА,
обозреватель журнала «Наука в России»

В конце 2013 г. произошло этапное в развитии отечественного флота событие: ВМФ России получил для опытной эксплуатации головную атомную подводную лодку (АПЛ) четвертого поколения проекта 885 «Северодвинск» с крылатыми ракетами на борту. Ее главное отличие — многоцелевое назначение, т.е. способность наносить удары не только по кораблям и подлодкам противника, но и по береговым точкам. Оснащенный новейшими комплексами связи и навигации, современной ядерной энергетической установкой, «Северодвинск» значительно усилит российскую группировку подводных ракетоносцев и укрепит позиции нашей страны в Мировом океане. До 2020 г. со стапелей оборонной судовой верфи — Производственного объединения «Северное машиностроительное предприятие» — сойдут еще семь АПЛ этой серии.

СУДЬБЫ КРУТЫЕ ПОВОРОТЫ

Атомные подводные лодки проекта 885 — одна из главных составляющих программы перевооружения отечественного флота. Их облик специалисты начали формировать еще во времена СССР — в 1970-х годах. Тогда предполагалось спустить на воду несколько типов субмарин: противолодочную (ЦКБ

«Лазурит», г. Горький), противовоздушную (ЦКБ морской техники «Рубин», г. Ленинград) и многоцелевую (Ленинградское КБ подводного судостроения, сейчас — Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит»)*. Но позднее из-за сложно-

*См.: Г. Гладков. Четыре поколения атомных субмарин. — Наука в России, 1999, № 3 (прим. ред.).



Модель АПЛ проекта 885 «Северодвинск».

стей в создании нового вооружения и оборудования руководство ВМФ решило отказаться от узкой боевой специализации и сосредоточиться на проекте единой многоцелевой подлодки, способной решать самый широкий круг задач. Проектировщиком новой субмарины, получившей шифр «Ясень», стало КБ «Малахит», имевшее на тот момент хороший задел по перспективному АПЛ.

В начале 1980-х годов группа главного конструктора Георгия Чернышева (с 1985 г. ее возглавил Владимир Пялов) приступила к созданию эскизного проекта лодки, утвержденного в 1986 г., а к 1988 г. с участием 80 предприятий-разработчиков определила основные технические решения новой субмарины. После распада Советского Союза и изменения геополитической обстановки в мире в проект внесли ряд корректив, расширяющих возможности кораблей этого класса наносить массированные удары по надводным, подводным и береговым целям. Подлодка следующего поколения ни в чем не должна была уступать американским серии «Seawolf» («Морской волк») революционного дизайна и технологий судостроения (оборонное ведомство США намеревалось вводить их в строй в начале 1990-х). Более того, по ряду параметров (шумности, скорости, вооруженности, глубине погружения и др.) — даже превосходить конкурента.

21 декабря 1993 г. на Производственном объединении «Северное машиностроительное предприятие» (ПО «Севмаш», г. Северодвинск Архангельской обл.)* состоялась закладка головной АПЛ 885-го проекта, названной в честь города-строителя «Северодвинск». Через три года ее предполагали спустить на воду, а в

1998 г. передать ВМФ. Но реализации этих планов помешал распад Советского Союза и последовавшие за ним резкое сокращение оборонных госзаказов и крах научно-производственной кооперации в военном кораблестроении. По этим причинам в 1996 г. строительство объекта остановили и возобновили только в начале 2000-х. В 2005 г. на лодке завершили корпусные работы, а в 2010-м корабль торжественно спустили на воду. В море «Северодвинск» впервые вышел 12 сентября 2011 г. и, успешно пройдя ходовые испытания, в 2013 г. приступил к прохождению государственных. К тому времени АПЛ совершила 14 «походов» продолжительностью более 200 суток, преодолела десятки тысяч морских миль, выполнила более сотни погружений и всплытий. В декабре 2013 г. ее сдали ВМФ в опытную эксплуатацию. Уже сейчас эксперты, причем не только отечественные, заявляют: она может претендовать на звание лучшей в своем классе.

СКОРОСТЬ, НАПОР, МОЩЬ

«Новый проект во многом унаследовал классический «фирменный» стиль внешних обводов «малахитовских» лодок проектов 671 и 971: хорошо обтекаемый «каплевидный» корпус и «лимузинное» ограждение рубки, — писал в одной из статей главный конструктор Владимир Пялов. — Все предыдущие советские атомные лодки имели двухкорпусную конструкцию, что обуславливалось требованиями ВМФ иметь значительный запас плавучести... Но такое решение уменьшало скрытность лодок, потому что легкий корпус является своего рода объемным резонатором, усиливающим шумность лодки на низких частотах». В отличие от предыдущих проектов, новый ракетонесец выполнен по так называемой полторакорпусной

*См.: М. Хализева. Арктический проект «Севмаша». — Наука в России, 2013, № 2 (прим. ред.).



**«Северодвинск» в плавучем доке
ПО «Севмаш». 2010 г.
Фото С. Кундывуса**

архитектуре, когда легкий корпус охватывает только часть прочной оболочки АПЛ, что существенно сокращает уровень собственных шумов. Кроме того, на корпус, сделанный из маломангнитной стали толщиной до 48 мм, нанесено резиновое покрытие, снижающее шумность и тепловые характеристики корабля, а также отражение сигналов гидролокаторов противника. Способствуют решению одной из главных задач в подводном кораблестроении вибропоглощающие сотовые каркасы из композитных материалов, на которых крепится оборудование внутри лодки. При этом каждый конструкционный блок дополнительно покрыт звукоизолирующими панелями. Все это сокращает шумы на 10–30 дБ.

При движении на малых скоростях ракетоносец использует лишь гребной электродвигатель, главный же турбозубчатый агрегат подключается на высокоскоростных режимах работы через муфту. Субмарина оснащена винтом, имеющим 7 саблевидных лопастей

с композитным демпфированием. Ее маневренность обеспечивают также 4 откидывающихся подруливающих устройства и носовые горизонтальные рули с закрылками. Как говорят специалисты «Севмаша», «Северодвинск» — самая малошумная отечественная подводная лодка, неуязвимая для средств обнаружения противника. И, добавим, самая высокоскоростная. Она способна передвигаться под водой со скоростью свыше 30 узлов (более 60 км/ч) — это один из лучших показателей на сегодняшний день. При длине 120 м и водоизмещении 9500 т может погружаться на глубину 600–700 м и находиться в автономном плавании 100 суток. Всплывающая спасательная камера рассчитана на весь экипаж из 90 человек (среди них 32 офицера).

30 ЛЕТ НА ОДНОЙ ТОПЛИВНОЙ ЗАПРАВКЕ

На головную АПЛ 885-го проекта установлен реактор ОК-650В мощностью 190 МВт, хорошо заре-



**Вывод «Северодвинска»
из дока «Сухона»
к достроечной набережной
ПО «Севмаш». 2010 г.
Фото С. Кундывуса**

комендовавший себя на субмаринах третьего поколения. Установка имеет блочную схему компоновки, поддерживающую режим естественной циркуляции теплоносителя по первому контуру на предельных уровнях работы силовой машины, что важно для предотвращения теплового взрыва при обесточивании корабля, автоматическую систему расхолаживания, способную «заглушить» реактор даже при опрокидывании АПЛ, импульсную аппаратуру контроля, удерживающую атомный котел в подкритическом состоянии.

Однако на второй и последующих подлодках этой серии будет стоять ядерная энергетическая установка нового типа КТП-6 тепловой мощностью 200 МВт, разработанная еще в 1980-х годах в Опытном конструкторском бюро машиностроения им. И.И. Африкантова (г. Нижний Новгород) для атомных субмарин четвертого поколения. Ее отличительная особенность — интегральное моноблочное исполнение, при котором сам реактор и его первый контур охлаждения находятся в едином корпусе. Такая схема дает возможность исключить из конструкции крупные трубопроводы (их максимальный диаметр был сокращен с 675 у ОК-650 до 40 мм у КТП-6) и тем самым облегчить естественную циркуляцию теплоносителя на всех эксплуатационных режимах. Новый реактор намного компактнее установок предыдущего поколения, прост в обслуживании, безопасен и надежен в эксплуатации. Его активная зона устроена так, что может работать без перезагрузок 25–30 лет (вдвое больше, чем на лодках третьего поколения), т.е. весь срок службы субмарины.

МОРСКОЙ ДОЗОР

Впервые в практике отечественного подводного судостроения на серийной АПЛ установлен мощный цифровой гидроакустический комплекс «Иртыш» со значительно увеличенным поисковым потенциалом — плод труда концерна «Океанприбор» (Санкт-Петербург). Основная сферическая гидроакустическая крупногабаритная антенна «Амфора» занимает всю носовую часть корпуса. Это оборудование «заимствовано» из советского проекта малозумных атомных подводных лодок гидроакустического дозора «Афалина», над которым в 1970–1980-х годах работали сотрудники КБ «Малахит». Помимо сферы, «заставившей» убрать торпедные аппараты из-под носового обтекателя в первый отсек с выводом их в борт, «Северодвинск» получил также боковые конформные антенны большой протяженности и буксируемую в обтекателе вертикального оперения. Это решение открыло беспрецедентные возможности лодки по обнаружению целей под водой.

Подчеркнем, в таком комплексе объединены сразу несколько систем, отвечающих за шумо- и эхопеленгование, обнаружение гидроакустических сигналов, классификацию целей, измерение толщины льда, миноискание, измерение скорости звука, поиск польней и разводий, а также определение начала кавитации гребных винтов.

АТАКУЮЩАЯ ИЗ ПУЧИНЫ

Однако главный козырь «Северодвинска», по мнению специалистов, — его вооружение: 10 торпедных аппаратов калибра 533 мм, расположенных под углом



**Экипаж АПЛ «Северодвинск»
(командир капитан 1-го ранга
Сергей Митяев). 2010 г.**



**Выход «Северодвинска» в море
на испытания. 2013 г.
Фото О. Кулешова**

побортно в районе рубки, и 8 вертикальных пусковых установок шахтного типа, в каждую из которых можно грузить до четырех крылатых ракет различных классов.

Эксперты считают, что основным оружием на борту станет оперативно-тактический ракетный комплекс «Оникс», разработанный с середины 1980-х годов в НПО машиностроения (г. Реутов Московской обл.) под руководством генерального конструктора Герберта Ефремова. Главный его элемент — противокорабельная крылатая ракета ЗМ55 «Оникс» с дальностью полета до 300 км, предназначенная для поражения надводных кораблей противника при активном огневом и радиоэлектронном противодействии. Ее отличительная особенность — полная автономность боевого применения, высокая сверхзвуковая скорость на различных по высоте траекториях полета. «Ониксы» не только не уступают находящимся с

1983 г. на вооружении ВМФ страны универсальным ракетным комплексам «Гранит», но и превосходят их по системе управления, алгоритму боевого применения, а главное — по весу и размеру.

Кроме того, в пусковых установках и торпедных аппаратах могут располагаться дозвуковые дальнобойные крылатые ракеты «Калибр» для нанесения ударов по стационарным наземным объектам (разработка екатеринбургского Опытного конструкторского бюро «Новатор» им. Л.В. Люльева). По дальности, точности стрельбы, поражающему эффекту и неуязвимости при полете к цели они не имеют аналогов в мире. Причем такое оружие может нести как обычный, так и ядерный боезаряд. Если боевая часть будет в обычном снаряжении, то предельная дальность полета ракеты составит более 2,5 тыс. км, если же ядерной килотонного класса, то расстояние несколько уменьшится. Заме-

Атомный подводный ракетный крейсер «Северодвинск» может претендовать на звание лучшего в своем классе.
 Фото С. Кундывуса



тим, «Калибр» — оружие высочайшей точности. При стрельбе на тысячи километров отклонение от цели не превышает нескольких метров.

Для сопряжения на борту разных ракетных комплексов использована универсальная корабельная система управления стрельбой ЗР-14П, в течение четырех минут «разогревающая» аппаратуру, обеспечивая тем самым быструю боеготовность ракет к пуску.

В номенклатуру вооружения «Ясеней» входят также глубоководные самонаводящиеся торпеды четвертого поколения «Физик», разработанные специалистами Санкт-Петербургского Научно-исследовательского института морской теплотехники и подмосковного Государственного научно-производственного предприятия «Регион». Уникальные образцы «Физика» выставляли на двух Международных военно-морских салонах (2003 и 2011 гг.), проходивших в городе на Неве.

Возможность комбинирования вооружения дает гибкость в выполнении боевых задач — от поражения наземных целей до борьбы с субмаринами и уничтожения всех типов надводных кораблей сверхзвуковыми противокорабельными ракетами и торпедами. Иными словами, подводные лодки типа «Северодвинск», по мнению представителей нашего оборонного ведомства, «могут взять на себя значительную долю неядерного сдерживания, оставаясь при этом серьезной угрозой для подводных лодок, боевых кораблей и транспортных судов противника».

Особо подчеркнем: в обзоре указаны лишь те конструктивные параметры и особенности российской

субмарины, которые публикуются в открытой печати. Основная же часть нововведений засекречена.

Скорее всего, «Северодвинск» направят на охрану акватории Северного Ледовитого океана и его прибрежных территорий, где сосредоточено огромное количество запасов минеральных ресурсов, нефти, газа. Арктика выступает в качестве стратегической ресурсной базы РФ, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития страны. И новый корабль в группировке с другими ракетноносцами будет выполнять роль главного гаранта безопасности в высоких широтах Северного полушария.

К слову, за головной уже следуют подлодки этой серии «Казань» и «Новосибирск» (заложены по более совершенному проекту 885М на ПО «Севмаш» в 2009 г. и 2013 г. соответственно). По заключенным с Минобороны контрактам, кораблестроители обязаны к 2020 г. сдать ВМФ не менее 8 АПЛ проекта «Ясень». Военное ведомство предполагает направить на эти цели свыше 200 млрд руб. По данным открытой печати, стоимость головного корабля проекта 885 оценивается примерно в 47 млрд руб., постройка каждого последующего обойдется предположительно в 32 млрд руб. (для сравнения: цена серийной лодки проекта 955 «Борей» составляет не менее 23 млрд руб.).

«РОССИЯ ВЫРВАЛАСЬ ВПЕРЕД В ПОДВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ»

Появление в арсенале российского подводного флота новейшей субмарины не осталось незамеченным. Иностранные средства массовой информации



Ракетный комплекс с противокорабельной ракетой «Оникс» (в экспортном варианте — «Яхонт»). Фото А. Карпенко

в один голос заявили: РФ захватила мировое технологическое лидерство. Первой на эту тему высказалась 12 января 2014 г. лондонская газета «The Sunday Times», опубликовавшая статью обозревателей Шона Реймента и Марка Хукхема под названием «Запад боится зверя из глубины», растиражированную затем другими зарубежными изданиями. «Новый российский подводный флот будет иметь восемь подлодок серии «Ясень», каждая из которых оснащена 24 крылатыми ракетами большой дальности «Гранат» с боеголовками в 200 килотонн, — сообщали авторы. — Технические показатели новой подводной лодки таковы, что ее почти невозможно обнаружить в Мировом океане, что делает «Северодвинск» практически неуязвимой перед лицом новейших систем противолодочных вооружений».

Характеристики АПЛ стали поводом для интересных параллелей. Британские журналисты сравнили наш ракетоносец с технически продвинутой подлодкой из романа Тома Клэнси «Охота за “Красным Октябрем”» (1984 г.), в основе которого лежит вымышленная история угона за рубеж советского экспериментального боевого корабля. В 1990 г. самое известное произведение писателя было экранизировано американским режиссером. Сославшись на неназванный источник из разведслужб, англичане сделали вывод, что «российская АПЛ станет значительным поводом для беспокойства Вашингтона».

Этот тезис разделяют и авторы публикации «Россия разработала высокотехнологичную подлодку, “Зверя из глубин”» в американском издании «International Business Times». Они цитируют слова беллетриста и специалиста по подводному флоту Иена Баллантайна, заметившего: подводный атомный флот всегда был самой элитной и престижной частью российских вооруженных сил. Огромные финансовые вливания в строительство новых атомных подводных лодок полностью соответствуют этой идее. Российское руко-

водство, отметил Баллантайн, не скрывает намерений и дальше развивать Военно-морской флот, так как он позволяет решать задачи глобального характера. По этой причине, делает вывод специалист, подлодки проекта «Ясень» могут стать серьезной угрозой для Военно-морских сил США и других развитых стран.

Правда, не стоит сбрасывать со счетов факт дефицита информации («мы не знаем и половины того, что находится на борту «Северодвинска», констатируют обозреватели). Это обстоятельство не могло не сказаться на общем тоне комментариев — от «признания превосходства русских» до опасений потерять лидирующие позиции в подводном кораблестроении (до недавнего времени эксперты полагали, что подлодки США самые лучшие и высокотехнологичные в мире, но последние разработки РФ способны опровергнуть устоявшееся мнение).

Статья подготовлена с использованием следующих источников: А. Гусев. Подводные лодки с крылатыми ракетами. — СПб, Галера Принт, 2000; С. Бережной. Атомные подводные лодки ВМФ СССР и России. — Морской исторический альманах, 2001, вып. 7; В. Ильин, А. Колесников. Отечественные атомные подводные лодки. — Техника и вооружение, 2000, № 5–6; С. Птичкин. Черный страж Арктики. — Российская газета, 2014, 14 января; К. Рябов. «Зверь из глубин». — Военное обозрение, 2014, 15 января.

Иллюстрации с сайта ПО «Севмаш», Санкт-Петербургского морского бюро машиностроения «Малахит» и других интернет-источников

В МИРЕ МИНЕРАЛОВ ПОПОЛНЕНИЕ

Ученые иркутского Института земной коры (ИЗК) СО РАН открыли новый минерал — хромо-алюмино-повондраит. Международная минералогическая ассоциация утвердила его в октябре прошлого года. Об этом сообщила корреспондент газеты «Наука в Сибири» Галина Киселева. Главным героем события — кандидат геолого-минералогических наук Леонид Резницкий. Он входит в список первооткрывателей 14 из 25 минеральных видов, открытых и изученных в ИЗК СО РАН. Эти редкие экземпляры экспонируются в Минералогическом музее института. «Они занимают несколько полок, — говорит научный руководитель музея кандидат геолого-минералогических наук Лариса Иванова. — В названиях многих отражены имена видных исследователей Прибайкалья и Восточной Сибири». Так, наталит назван в честь выдающейся исследовательницы докембрия Наталии Фроловой, калининит — в память о замечательном минералоге Павле Калининe, внесшем неocenимый вклад в изучение минералогии Южного Прибайкалья. По именам геологов Николая Флоренсова, Михаила Одинцова, Льва Таусона, Евгения Павловского, участвовавших в становлении академической науки в Восточной Сибири, названы флоренсовит, одинцовит, таусонит и павловскиит. В названиях некоторых образцов просматривается география края: ольхонскит, обнаруженный в метаморфических породах Западного Прибайкалья, олекминскит, найденный в богатом необычными минеральными ассоциациями Мурунском щелочном массиве на Западном Алдане.

В плеяде первооткрывателей одно из ведущих мест занимает доктор геолого-минералогических наук

Алексей Конев. В Западном Прибайкалье в пределах Тажеранского щелочного массива им открыты два новых вида — тажеранит и азопроит, образцы которых выставлены в экспозиции музея. Первый, как сообщила Иванова, вызвал особый интерес в научном мире в связи с присутствием в его составе трехвалентного титана (вместо обычного в природе четырехвалентного) и дефицитом кислорода относительно теоретического количества. У минерала высокие показатели преломления и твердости. Его синтетические аналоги — фианит и джевалит — теперь широко используются в качестве имитаций драгоценных камней. Другой минерал — азопроит, относящийся к классу титансодержащих боратов, получил название в честь Международной геологической ассоциации по изучению глубинных зон земной коры (АЗОПРО).

Газета напомнила еще об одной любопытной находке Конева и его коллег, обнаруженной в 2011 г. на Мурунском щелочном массиве, — камне синего цвета. Вначале минерал приняли за голубой нефрит. Но при подробном изучении оказалось, что это просто необычная по составу разновидность амфибола (группа минералов, к которой принадлежит и нефрит). Результаты исследования и описание найденного образца ученые направили в российскую и международную комиссии по новым минералам, предложив назвать его дианитом в честь английской принцессы Ди, о которой в то время так много писала пресса. Однако это название комиссия не утвердила, закрепив за синим амфиболом термин «магнезиально-стронциевый калиевый рихтерит». Но иркутские музейщики и камнерезы по-прежнему называют этот чудесный подделочный минерал дианитом.



Фрагмент экспозиции музея.

Значительные открытия специалисты Института земной коры СО РАН сделали в пределах Слюдянского горнорудного узла (южная часть побережья Байкала). Этот комплекс по праву называют мировым минералогическим заповедником. Действительно, обилие исключительно интересного кристаллографического материала, богатство и редкость видов, крупность и прекрасная сохранность образцов, сложность и многообразие минеральных процессов и геохимических сочетаний, наконец, наличие весьма ценных и редких полезных ископаемых — все это не может не привлекать внимание специалистов.

В породах Слюдянского комплекса установлен уникально широкий спектр минералов хрома и ванадия и хром-ванадийсодержащих соединений различных классов. Среди них впервые открытые сотрудниками Института земной коры СО РАН наталиит, хромфиллит, ванадиодравит, магнизокулсонит, калининит, флоренсовит, батисивит, оксиванит, купрокалининит, образующие зачастую новые или наиболее полные из известных в природе изоморфные серии и ряды. Находки, как правило, отличаются необычными особенностями состава и структуры. По словам Ивановой, экспонирующиеся в музее сульфшпинели изоморфной серии калининит, флоренсовит и купрокалининит, открытые Леонидом Резницким, Евгением Складоровым и Зоей Ущановской с коллегами, относятся к довольно редкому классу минералов — сульфидов со структурой обычных кислородных шпинелей, в которых вместо кислорода присутствует сера. Соединения хрома с серой в природе очень редки. Сульфшпинели, утверждает Иванова, интересны сочетанием оптических, магнитных и диэлектрических свойств, что сулит хорошие перспективы их использования в

Выставка новых минералов, открытых сотрудниками Института земной коры СО РАН.



промышленности. Например, флоренсовит, синтезированный вскоре после открытия, оказался новым соединением, востребованным в полупроводниковой технике.

Слюдянский комплекс занимает одно из видных мест в мире по добыче лазурита, причем особенного по окраске. Цвет этого минерала чрезвычайно разнообразный и варьируется от нежного светло-голубого до индигово-черного. Встречаются экземпляры с зеленоватым и красновато-фиолетовым оттенками. Именно на лазуритовых месторождениях сотрудники Института земной коры и их коллеги из Института геохимии СО РАН недавно открыли новый минеральный вид — полиморфный (ромбический) аналог лазурита владимировановит. Его образец выставлен в экспозиции музея.

В Слюдянском кристаллическом комплексе найдены безжелезистые волластонит и диопсид — типично индустриальные минералы, используемые, например, как наполнители для производства почти невесомой посуды (температура ее обжига снижается на 100–150°C). Керамическая плитка с включением в состав таких соединений служит особенно долго. В мире волластонит обычно синтезируют. Наша страна обладает уникальным запасом этого сырья, правда, до сих пор оно так и не нашло широкого практического применения.

Киселева Г. Иркутскими учеными открыт очередной минерал. — Наука в Сибири, 2013, № 50

Иллюстрации с сайта Института земной коры СО РАН

Материал подготовила Марина ХАЛИЗЕВА

ГЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЯ ПРИМОРСКОГО ОБСИДИАНА

Кандидат геолого-минералогических наук Владимир ПОПОВ,
ведущий научный сотрудник лаборатории
петрологии вулканических формаций
Дальневосточного геологического института ДВО РАН
(г. Владивосток)

Вулканическое стекло (обсидиан) — одно из наиболее интересных геологических образований, позволяющих, с одной стороны, пролить свет на протекающие в недрах Земли процессы формирования изверженных горных пород, а с другой — выяснить миграционные пути древнего человека, использовавшего это сырье для изготовления орудий, и оценить территориальные масштабы и периоды доисторических событий. В нашей стране основные источники обсидиана сосредоточены на Дальнем Востоке. Международная группа ученых Дальневосточного и Сибирского отделений РАН, университетов США, Австралии и Новой Зеландии, работающая в этих краях с 1990-х годов, создала основу для детального изучения вулканических стекол региона. Результаты труда геологов, археологов, палеогеографов и физикохимиков опубликованы в 28 статьях в журналах и сборниках на русском и английском языках, а также в двух коллективных монографиях.



«Приморский» обсидиан.



**Фрагмент подушечной лавы базальта
с коркой закалки
из вулканического стекла.
Чернятинский вулкан, Приморье.**

Несколько слов о предмете исследований. В зависимости от химического состава вулканические стекла называют обсидианами, гиаломеланами, перлитами и пехштейнами (смоляной камень). Первые две разновидности риолитового и базальтового состава соответственно отличаются высокими технологическими качествами, что делает их пригодными для изготовления орудий труда. Причем риолитовые обычно встречаются в археологических памятниках Средиземноморья, Кавказа, Японии, Камчатки, западного побережья Северной и Южной Америки и в других областях молодого и современного вулканизма. А базальтовые вулканические стекла (гиаломеланы) и орудия из них находят гораздо реже. Как правило, они

возникают при излиянии лав в водную среду или в лед, когда происходит быстрая закалка магматического расплава с образованием корок. Именно массовые вулканические извержения, произошедшие 13–11 млн лет назад на территории южного Приморья и восточного Сихотэ-Алиня, сопровождались формированием подушечных лав и гиалокластитов (вулканогенная обломочная порода) — главных источников базальтовых обсидианов.

При раскалывании вулканические стекла легко расщепляются с образованием пластин и микропластин, имеющих тонкие острые края. Такие сколы-заготовки можно обрабатывать вручную, что и обусловило широкое распространение материала в каменном веке.

**Ответвление потока
в виде лавового языка
сложено гиаломеланом
голубого цвета.**



Способы добычи, обработки и использования этого высококачественного сырья свидетельствуют о степени развития древних индустрий. Изучение обсидиана в первобытных культурах позволяет установить пути миграции древнего человека и характер его контактов, процессы обмена и торговли в палеолите, неолите и палеометалле (последние 20–30 тыс. лет). Поэтому исследование вулканических стекол так важно для решения не только геологических, но и археологических задач.

В 1992 г. сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН Андрей Табарев и его коллега из Тихоокеанского института географии ДВО РАН Ярослав Кузьмин в кооперации с американскими учеными Майклом Гласкоком (Университет Миссури, Колумбия) и Стивом Шекли (Университет Калифорнии, Беркли) провели геохимический анализ 45 обсидиановых артефактов, представлявших 14 археологических памятников Приморья и Приамурья, и результаты исследования доложили на конференции «Археология Северной Пасифики» (г. Владивосток, 1993). Затем к работе подключилась большая группа новосибирских и дальневосточных археологов и геологов, сумевшая к началу 2000-х годов выявить на континентальной азиатской окраине три основных источника археологического обсидиана — на вулкане Пектусан, в бассейне реки Гладкой и в пределах Шкотовского базальтового плато, занимающего обширную территорию (~1500 км²) южного Приморья. Последнее оказалось наиболее интересным в геологическом и историческом аспектах. Ученые установили значительное распространение обсидиана в расположенных здесь палеолитических комплексах, иногда удаленных от корен-

ного выхода каменного сырья на 300 км (группа Устиновских памятников в бассейне реки Зеркальная) и 660 км (памятники Осиновая Речка и Новотроицкое-10 в бассейне реки Амур). В районе древних стоянок и на галечниковых косах крупных рек Раздольная, Борисовка, Партизанская, Муравейка, Арсеньевка, Илистая и Шкотовка, прорезающих Борисовское и Шкотовское базальтовые плато, специалисты обнаружили необычный геохимический тип вулканических стекол. Данные, полученные в ходе этой и других экспедиций 1995–1997 гг., опубликованные в 2000 г. в коллективной монографии, послужили основанием для специальных геоархеологических исследований в регионе.

Дальнейшие изыскания связаны с именем известного дальневосточного археолога кандидата исторических наук Нины Кононенко. Еще в 1992–1997 гг. она проводила в Михайловском и Анучинском районах Приморья раскопки, обнаружив там многочисленные орудия из обсидиана, а в 1999 г. на одном из отделений Университета Санта-Барбара (США) в рамках программы Фулбрайта* прошла детальное ознакомление с экспериментами по расщеплению и обработке вулканического стекла. Поэтому осенью 2002 г. Нина Афанасьевна организовала международную экспедицию (кроме отечественных ученых, в ее состав входили японские и американские) в верховья рек Илистая

*Программа Фулбрайта — крупнейшая из финансируемых правительством США международных обменных программ в области образования, основанная в 1946 г. сенатором Джеймсом Фулбрайтом с целью укрепления культурно-академических связей между Америкой и другими странами (*прим. ред.*).



Обсидиановые орудия, изготовленные Игорем Слепцовым во время экспериментов с речными гальками вулканического стекла. 2004 г.

и Арсеньевка, обнаружившую на Илистой крупный коренной выход вулканических стекол, а на уступе цокольной террасы этой реки — два археологических памятника.

В 2004 г. Кононенко, на тот момент аспирантка Австралийского национального университета (г. Канберра), инициировала еще одну поездку с участием Николая Клюева, Игоря Слепцова и Ирины Пантюхиной (Институт истории, археологии и этнографии ДВО РАН), Владимира Попова (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН), Робин Торренс (Австралийский музей, г. Сидней), Труди Доелман и Питера Уайта (Университет Сиднея). Проведя полевые рекогносцировочные работы в Хасанском, Октябрьском, Анучинском и Шкотовском районах Приморского края, эта группа обследовала коренные выходы вулканических стекол на полуострове Краббе (залив Посыета)*, в бассейне реки Гладкой, на северо-западной окраине Борисовского плато, напротив поселка Чернятино, в устье Шкотовки (мыс Обрывистый) и в верховьях реки Правая Илстая. Более того, специалистам удалось детально описать источник обсидиана, впервые найденный в 2002 г. Это был высокий скалистый обрыв (бывший речной прижим), сложенный подушечными лавами андезитобазальтов и связанными с ними гиалокластитами, протянувшийся отвесной стеной вдоль правого борта долины. На речных косах были обнаружены скопления препарированных водными потоками обломков и галек вулканического стекла, а на плоских уступах расположенных рядом с ними цокольных террас — стоянки доисторического человека. Один из памятников (Тигровый-8) оказался непосредственно на коренном источнике, слагающем уступ древней террасы. Ее высота над уровнем дна долины достигала 80 м. С ровной площадки террасы, на которой находилась палеолитическая стоянка, открывался

обзор примыкающих к ней крутых склонов реки Правой Илистой и левого притока Илистой.

Результаты поисковых и разведочных работ произвели сильное впечатление не только на австралийских участников экспедиции. Приморские археологи впервые увидели коренные выходы обсидиана, из «первых рук» получили информацию о геологическом строении разрезов гиалокластитов и подушечных лав, условиях образования закалочных стекол при извержении палеобазальтов, собрали представительную коллекцию образцов. Здесь же, в поле, провели эксперименты по изготовлению каменных орудий.

Во время вечернего отдыха, обмениваясь впечатлениями от увиденного, участники экспедиции пришли к идее организовать масштабный проект по исследованию в районе вулканических стекол. Для этого были веские основания — найдены коренные выходы (источники) этого сырья и расположенные здесь же стоянки древнего человека. Так был выбран эталонный объект для создания модели добычи, характера первичной обработки, распространения и использования обсидиана.

После возвращения с полевых работ авторский коллектив подготовил первую совместную публикацию в журнал «Россия и АТР» (издатель — Институт истории, археологии и этнографии ДВО РАН), а в декабре 2004 г. — Международный проект «Реконструкция системы древнего обмена обсидианом на Дальнем Востоке России», получивший финансовую поддержку Австралийского исследовательского фонда «Открытие» и Австралийского института ядерных наук и инженерии. С российской стороны его возглавили Николай Клюев и Владимир Попов, с австралийской — Труди Доелман и Робин Торренс.

Весной 2005 г. небольшая интернациональная группа специалистов выехала на реку Илистую, где обнаружила несколько древних стоянок и три коренных источника обсидиана. Собрав обширный материал, осенью того же года мы отправились в Австралию подводить итоги полевых работ и обсуждать планы на следующий год. В дни пребывания в Сиднее состоялась официальная встреча с руководством Австралийского музея, результатом которой стало подписание договора о творческом научном сотрудничестве с Дальневосточным геологическим институтом ДВО РАН.

Мы увидели, в каких условиях работают геологи и археологи за рубежом, как хранят коллекции образцов, экспонаты и архивные источники. Побывали в Университете Сиднея, основанном в 1850 г. В столице государства Канберре посетили Национальный музей Австралии и Австралийский национальный университет, где нас принял известный в научном мире профессор Питер Беллвуд, возглавляющий факультет археологии и антропологии. Особый интерес вызвала экскурсия в Австралийский ядерный центр (Сидней), где проводят анализ образцов вулканического стекла PIXE-PIGME

*См.: В. Попов. Живые камни полуострова Краббе. — Наука в России, 2013, № 6 (прим. ред.).

**Рекогносцировочные работы
в Хасанском районе.
Слева направо: Робин Торренс,
Игорь Слепцов, Труды Доелман
и Питер Уайт. 2004 г.**

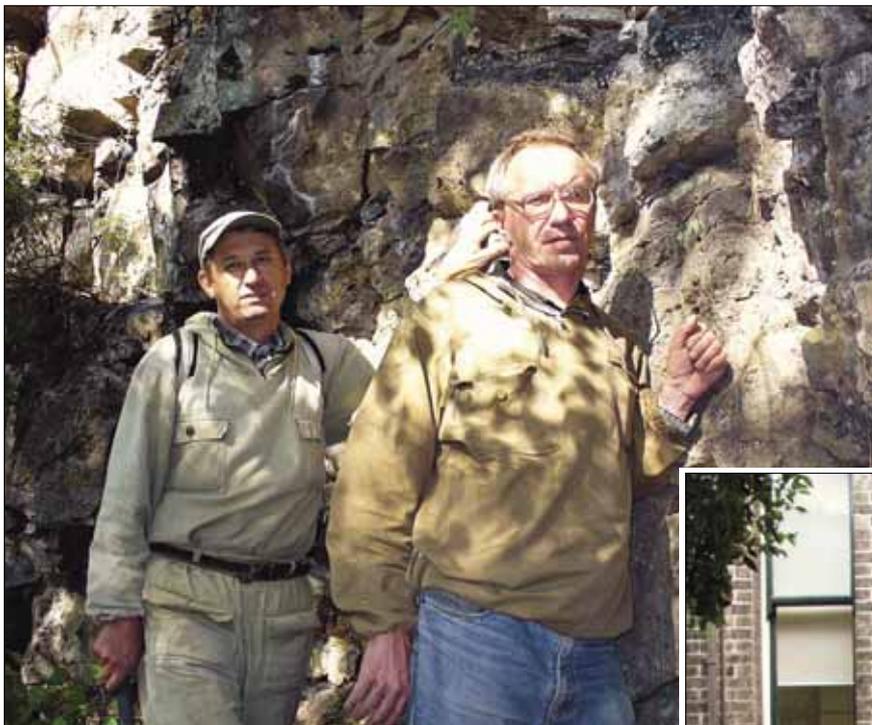


**Участники российско-австралийской
экспедиции. 2004 г.**

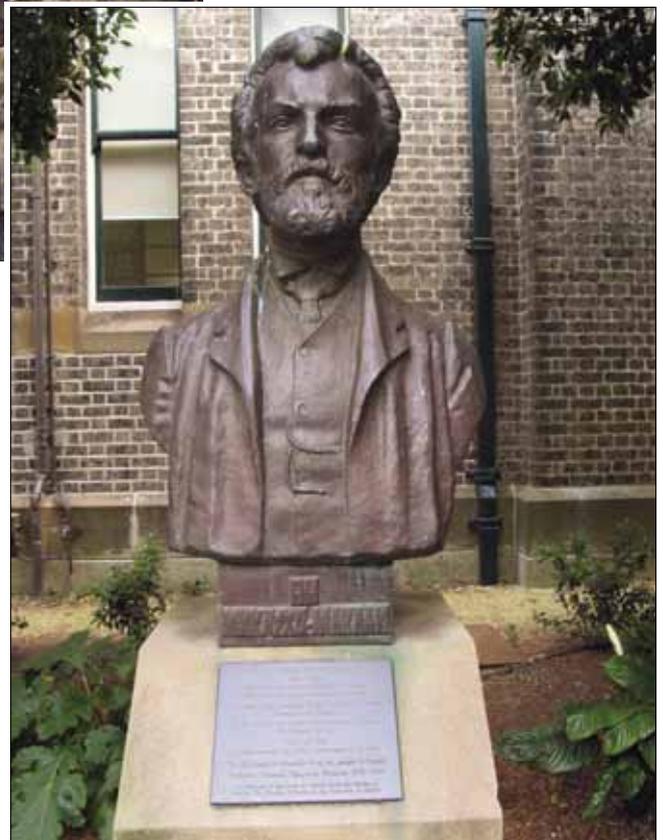
методом (способ исследования артефактов рентгеновским излучением, получаемым путем бомбардировки образца протонами, с использованием ионного пучка, широко применяемый в археологии).

В Сиднее рядом с университетскими корпусами расположен Музей Вильяма Маклея, носящий имя основателя сэра Вильяма Маклея — австралийского ученого, коллеги и друга нашего великого соотечественника Николая Миклухо-Маклая. У парадного входа известному русскому этнографу, антропологу, биологу и путешественнику установлен бронзовый бюст. В залах выставлены коллекции насекомых, птиц, растений, а также приборы, снаряжение, документы и фотографии первых исследователей Австралии, в том числе

принадлежавшие Миклухо-Маклаю. Утварь, предметы быта папуасов, собранные им во время экспедиций на Новую Гвинею, хранятся в фондах музея. Мы имели редкую возможность осмотреть все детально. Часть документов, писем и фотографий находится в Государственной библиотеке штата. В Сиднее сохранились дома, где жил и работал Николай Николаевич. Кстати, в австралийской русскоязычной еженедельной газете «Единение» к 165-летию со дня рождения ученого (2011 г.) была опубликована статья Аллы Хлебаковой «Знакомый и незнакомый Миклухо-Маклай», содержащая интересные факты его биографии. Нельзя не порадоваться тому, как в далекой стране хранят память о нашем выдающемся исследователе.



Владимир Попов (слева) и Николай Клюев у коренного выхода базальтовых обсидианов на реке Правая Илистая. 2007 г.



Бюст Николая Миклухо-Маклая у входа в Музей Вильяма Маклея (г. Сидней).

Рабочий визит завершился семинаром, на котором участники приморской экспедиции выступили с обзорными докладами, проливающими свет на малоизвестный для австралийцев, но необычайно интересный в геологическом и археологическом плане российский регион.

В 2006 г. в Приморье — своеобразную «мекку» для исследователей вулканического стекла — отправилась международная экспедиция из 20 специалистов, продолжившая геоархеологические изыскания в бассейне реки Илистая и начавшая раскопки памятников Тигровый-2 и Тигровый-8. Небольшой отряд, проводив-

ший разведочные работы в русле Арсеньевки и на ее крупном правом притоке — Поперечка, обнаружил там новые источники обсидиана и археологические памятники. Полученные результаты были доложены на 18-м Международном конгрессе Индо-Тихоокеанской доисторической ассоциации, состоявшемся в ноябре 2006 г. в г. Манила (Филиппины).

В 2007 г. в рамках проекта международная команда продолжила археологические раскопки и полевые геологические исследования в бассейнах Поперечки и Правой Илистой. Мощный циклон, накрывший во время экспедиции юго-восточное Приморье, вызвал

**Коренной выход подушечных лав
и гиаокластитов в верховьях
реки Правая Илистая.**



**Гиаокластит состоит из обломков
вулканического стекла,
заключенных в основную массу,
сложенную палагонитом.**

большое наводнение в бассейне Илестой, и тем самым сыграл положительную роль в работе экспедиции, создав благоприятные возможности для сбора и подсчета галек обсидиана на речных косах, представляющих основные места его добычи в доисторические времена. Дело в том, что здесь уже несколько лет не было сильных дождей, поэтому не было возможности использовать галечниковые отложения для оценки количества содержащегося в них «кондиционного» сырья. Кроме того, за сухой период галечниковые косы покрылись тиной, поросли травой и густыми зарослями ивы. Наводнение изменило русло реки, а перемытые

косы приобрели первозданный облик — как во времена пребывания здесь «первобытных геологов», отбиравших каменный материал для орудий труда. Нам удалось собрать в этих местах большую коллекцию образцов вулканического стекла для проведения экспериментов по его расщеплению и обработке, а также для практических занятий со студентами. На семинаре в Институте истории, археологии и этнографии ДВО РАН австралийские ученые во главе с Робин Торренс подвели итоги полевых работ за 2005–2007 гг. и обсудили ближайшие планы. Затем зарубежные коллеги посетили Дальневосточный геологический институт



Центральная часть подушечной лавы иногда полностью сложена вулканическим стеклом.



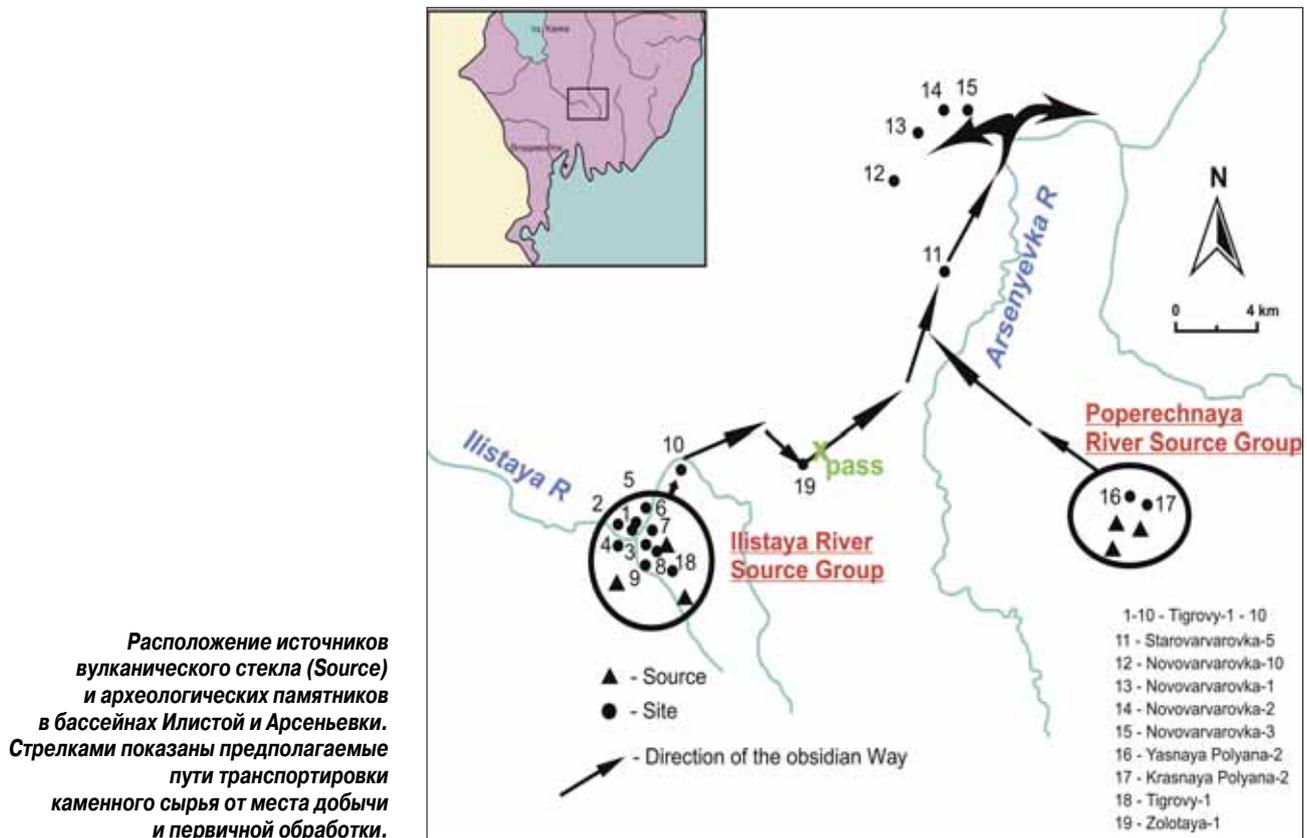
Промывка материала культурного слоя в реке Илистая австралийскими учеными Хью Уотт (слева) и Робин Торренс.

ДВО РАН, где встретились с заместителем директора по научной работе доктором геолого-минералогических наук Олегом Чудаевым, познакомились с нашим Геолого-минералогическим музеем*, лабораториями аналитического центра, центральной научной библиотекой.

Российско-австралийский проект «Реконструкция системы древнего обмена обсидианом на Дальнем Востоке России» завершился типологическим описанием и технологическим анализом артефактов, систематизацией данных по геохимическому составу геологических и археологических образцов, вы-

* См.: В. Соляник. «Золотой фонд» геологической науки Приморья. — Наука в России, 2013, № 5 (прим. ред.).

делением генетических типов вулканического стекла. Типологический анализ орудий в совокупности с результатами биостратиграфического анализа и радиоуглеродными датировками культурных слоев позволил установить хронологические границы исследуемых памятников — от верхнего палеолита до эпохи палеометалла. Изучение обсидиановых орудий в памятниках, удаленных от сырьевых источников на 25–30 км и более (Нововарваровка-1, 10, Рисовое-1 и др. в бассейне реки Арсеньевка) показало: в течение продолжительного периода они играли важную роль в качестве своеобразных транзитных пунктов на пути дальнейшего распространения вулканического стекла в бассейн Амура (Осиновая Речка и Новотро-



ицкое-10) и к побережью Японского моря от устья Киевки до бассейна реки Зеркальная. Таким образом, результаты изучения одного из ключевых регионов южного Приморья позволили, с одной стороны, реконструировать процессы молодого (миоценового) базальтового вулканизма и условий образования гиалокластив, с которыми связаны источники обсидиана, а с другой — воссоздать картину его использования человеком каменного века, включая сбор сырья, первичную обработку и дальнейшую транспортировку до мест утилизации.

Итоги совместного труда, неоднократно обсуждавшиеся на международных конференциях и совещаниях, были опубликованы в международных журналах.

В последние годы австралийские ученые продолжили изыскания на территории Китая: в археологических памятниках Маньчжурии нашли базальтовые стекла, свидетельствующие о том, что гиалокластиты Шкотовского плато являются важнейшим источником обсидиана на восточной окраине Азиатского континента.

Одновременно команда российских и американских исследователей — Ярослава Кузьмина, Андрея Гребенникова, Маргариты Диковой, Андрея Пташинского, Майкла Гласкока, Джефа Спикмана и автора этих строк — расширила географию работ в сторону северо-востока России — Приохотья, Камчатки, Колымы и Чукотки. Здесь специалисты выявили свыше 20 геохимических типов вулканических стекол, отра-

жающих различные геотектонические обстановки и периоды проявления кислого вулканизма в кайнозой. Предстоит исследовать наиболее важные коренные источники каменного сырья на севере Среднего хребта Камчатки и в низовьях Анадыря (озеро Красное). Предварительные данные о распространении обсидианов в археологических памятниках на севере Камчатки, Колыме и Чукотке свидетельствуют об их транспортировке на значительное расстояние от источников (более 500 км) и в различных направлениях. Так, по мнению американского археолога Джона Кука, обсидиан Красного озера около 3–5 тыс. лет назад был принесен на Аляску через уже существовавший в то время Берингов пролив. Поэтому, используя успешно опробованный нами геоархеологический подход, мы можем рассмотреть возможные пути миграции древнего человека из Азии в Америку, так как проблема первоначального ее заселения продолжает привлекать внимание исследователей различных стран.

Иллюстрации предоставлены автором

СКРЫТАЯ МАССА. ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

Член-корреспондент РАН Борис ШУСТОВ,
директор Института астрономии РАН (Москва)

Идея скрытой массы состоит в том, что мы живем во Вселенной, в которой доминирует ненаблюдаемое нами вещество. Природа этого вещества, по большей части, неясна и, может быть, весьма необычна. Идея скрытой массы большинством астрономов воспринимается как нечто непонятное, но бесспорно установленное. Поскольку даже в научной литературе используются различные и не всегда согласующиеся определения этой ненаблюдаемой составляющей Вселенной и ее компонентов, я буду использовать наиболее логичные, с моей точки зрения, определения.

Скрытой массой (СМ, hidden mass) называют существующее во Вселенной, но ненаблюдаемое вещество. СМ состоит из двух, совершенно различных по природе компонентов: темного вещества (ТВ, dark matter) — вещества неизвестной природы, существование которого проявляется лишь косвенным образом — через гравитационные воздействия на различные объекты Вселенной, и барионного темного вещества (БТВ, baryonic dark matter) — обычного вещества, которое мы пока не можем наблюдать из-за ограниченных возможностей.

Физики и астрономы обсуждают очень широкий набор возможностей для объяснения физической природы носителей скрытой массы — от гипотетиче-

ских элементарных частиц до звезд-карликов и черных дыр. Массы кандидатов на эту роль различаются более чем на 70 порядков величины!

Главный вопрос при обсуждении темного вещества можно сформулировать просто: «что это такое?». До сих пор, несмотря на восьмидесятилетнюю историю вопроса и огромные усилия, затраченные на его решение, общепринятого и доказанного ответа нет. Ясно только, что его намного больше, чем барионного.

Барионное вещество — это самое обычное вещество, из которого состоим мы сами и наблюдаемый нами окружающий мир. Природа барионного вещества и многие его свойства изучены, в частности (если говорить об астрономических объектах) методами на-

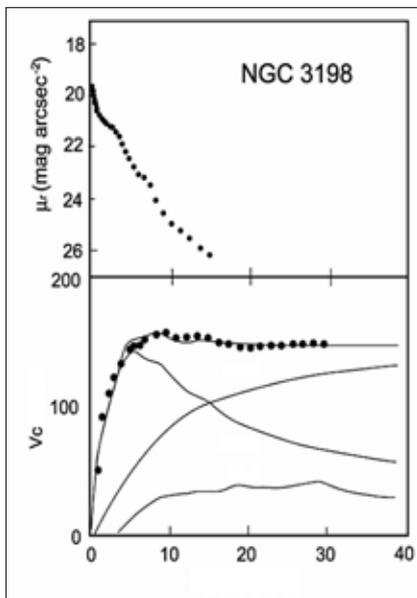


Рис. 1. Фотометрическая кривая, т.е. распределение яркости по радиусу (верхняя панель) и кривая вращения галактики NGC 3198, полученная по наблюдениям нейтрального водорода на 21 см (нижняя панель). Кривая вращения разложена на три составляющие: диск — ожидаемая кривая вращения модели галактики, у которой распределение звезд по радиусу соответствует (пропорционально) распределению яркости (верхняя панель); газ — вклад газового компонента; гало — вклад ненаблюдаемого компонента — темного гало.



Рис. 2. Скопление галактик MACSJ1423.8+2404. Оптическое изображение (голубоватый цвет) получено Эбелингом на телескопе Subaru. Рентгеновское (красный цвет) получено Алленом и др. на космическом рентгеновском телескопе Chandra (NASA: For release: 05-18-04 Photo release #: 04-144).

блюдения. Мы наблюдаем это вещество во Вселенной с помощью разнообразных инструментов — прежде всего телескопов наземного и космического базирования, но все же его значительная доля (по-видимому, более половины!) пока еще скрыта от нас. Именно эту долю и называют барионным темным веществом. Здесь главный вопрос другой — где и в какой форме находится это самое темное барионное вещество?

В этой статье кратко расскажем о состоянии проблемы скрытой массы, о наметившихся в последние годы изменениях в подходе к ее решению, по крайней мере, в масштабах нашей Галактики и ее окрестностей. Особо подчеркнем роль внеатмосферных обсерваторий ультрафиолетового диапазона в обнаружении и раскрытии свойств пока еще скрытого от нас барионного вещества во Вселенной.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА СУЩЕСТВОВАНИЯ СКРЫТОЙ МАССЫ

То, что часть окружающего нас мира скрыта от нас, несмотря на гигантский прогресс науки (а что-то будет скрыто всегда), — совершенно очевидное обще-

философское положение. Наиболее убедительными конкретными свидетельствами существования скрытой массы считаются: кинематика членов скоплений галактик; кривые вращения (дисковых) галактик; наблюдения рентгеновского излучения горячего газа в скоплениях галактик; наблюдения гравитационного микролинзирования.

К первой группе относятся исследования, выполненные знаменитым швейцарским астрономом Фрицем Цвикки, опубликованные еще в 1930-х годах. Цвикки измерил дисперсию скоростей галактик в скоплении Coma и оценил (динамическую) массу скопления из законов небесной механики. Он также оценил суммарную светимость галактик. Оказалось, что отношение массы к излучаемой энергии в 400 раз больше, чем для Солнца! К этому времени уже сложились основы физики звезд, согласно которым в нормальном звездном мире такого не могло быть. Поэтому Цвикки сделал вывод, что либо в скоплениях галактик, либо в пространстве между ними присутствует некий очень массивный компонент, который не светится, т.е. является «темным». Он и

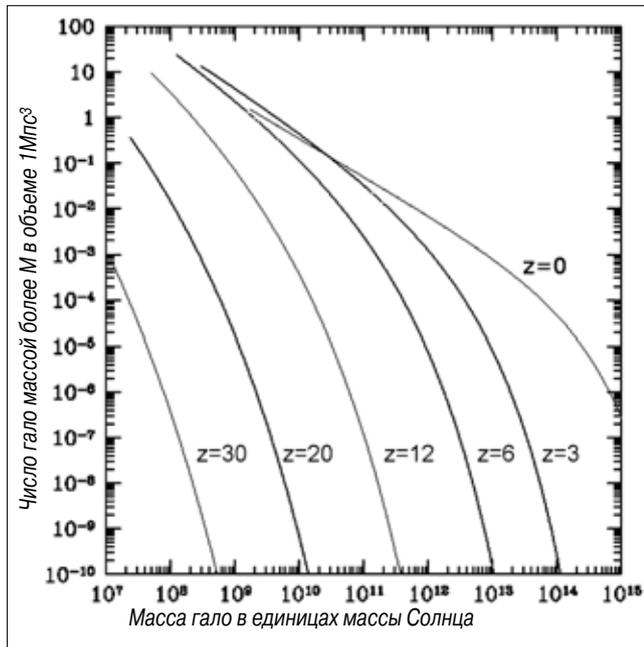


Рис. 3. Эволюция спектра масс гало ТВ от возраста Вселенной примерно 10^8 лет (соответствует значению космологического фактора $z=30$) до нашей эпохи ($z=0$).

Рисунок адаптирован из Н.-В. Рих 3/2009 IMPRS Heidelberg Galaxies Block Course.

удерживает галактики, движущиеся с огромными скоростями (дисперсия скоростей около 1000 км/с) в скоплениях.

Измерения кривых вращения галактик, т.е. зависимости скорости вращения от расстояния до центра галактики, считается наиболее убедительным свидетельством существования скрытой массы в галактиках. Оказалось, что на большом протяжении линейная скорость вращения остается постоянной. На рис. 1 показана кривая вращения галактики NGC 3198. Кривая вращения, полученная по наблюдениям HI на 21 см (нижняя панель), разложена на три составляющие. Кривая, помеченная как disk, — ожидаемая кривая вращения модели галактики, у которой распределение поверхностной плотности по радиусу соответствует (пропорционально) распределению поверхностной яркости. Газ в галактике также дает свой вклад в кривую вращения. Видно, что совместный вклад газа и звезд недостаточен для объяснения наблюдений кривой вращения. Приходится добавлять компонент (halo), состоящий из ненаблюдаемого темного вещества. На больших расстояниях от центра галактики вклад этого гало (иногда используют название «темное гало») является доминирующим.

Такая ситуация, т.е. существование массивного гало, характерна практически для всех спиральных галактик, для которых удалось пронаблюдать периферийные области (состоящие из нейтрального водорода). Похожая картина наблюдается и для карликовых неправильных галактик, и галактик с низкой поверхностной яркостью, хотя для последних степень концентрации темного вещества к центру может быть меньшей.

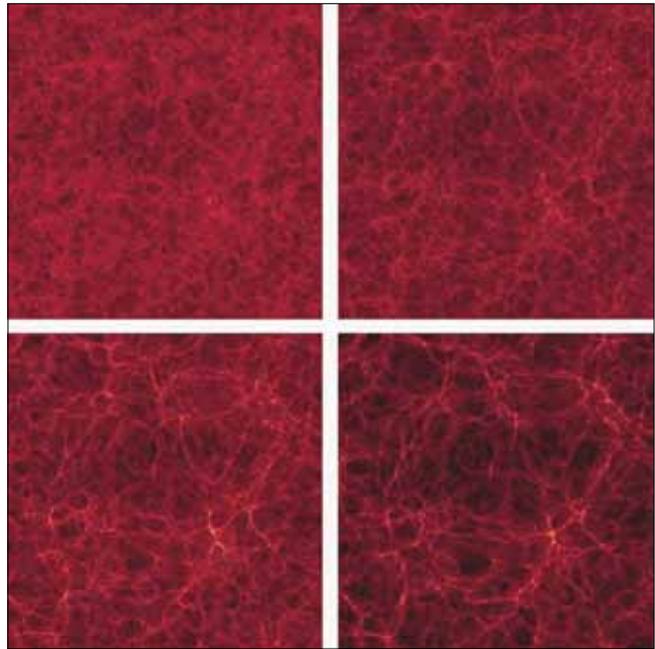
Скрытая масса, несомненно, присутствует в гигантских эллиптических галактиках, а также в богатых скоплениях галактик. Важнейшим инструментом

для изучения скрытой массы в этих объектах считаются наблюдения в них горячего газа, излучающего в рентгеновском диапазоне (рис. 2). Частицы газа, нагретого до температуры в десятки миллионов градусов, движутся с огромными скоростями, и чтобы удержать этот газ от разлета в окружающее пространство, нужна мощная сила гравитации. И снова, как и в исследованиях Цвикки, наблюдаемой массы существенно (в разы) недостаточно для удержания этого газа. Поскольку эти горячие газовые гало должны быть близки к гидростатическому равновесию, измерение распределений температуры по рентгеновским изображениям и спектрам дает возможность оценивать полное распределение массы. Как показывают результаты работ многих исследователей, во внутренних областях гигантских эллиптических галактик на расстояниях $R < R_e$, где R_e — эффективный радиус, доминирует обычное вещество, а темная материя составляет не более 20%, но при $R \gg R_e$ доминирует уже темная материя.

Еще одним способом обнаружения скрытой массы являются наблюдения событий микролинзирования. Суть этого метода состоит в том, что гравитационное поле невидимого нам компактного тела, движущегося близ луча зрения между удаленным источником излучения (звездой из другой галактики, квазаром и т.д.) и наблюдателем, действует на излучение источника как линза, и при близком прохождении от луча зрения дает заметное усиление яркости источника — вспышку. Объекты, вызывающие микролинзирование, находятся недалеко от нас по сравнению с внегалактическими объектами. В связи с этим угловые скорости их движения, перпендикулярные лучу зрения наблюдателя, сравнительно велики. Поэтому эффект каждой микролинзы можно наблюдать всего несколько десятков суток. В мире проводится ряд экспериментов по обнаружению такого рода вспышек. Уже зарегистрированы многие тысячи таких событий.

Результаты наблюдений явлений микролинзирования в эксперименте OGLE и других подобных проектах позволили предположить, что одним из компонентов скрытой массы являются маломассивные (массой не более нескольких десятых масс Солнца) звезды, возможно, коричневые карлики. По некоторым оценкам, количество таких маломассивных звезд в нашей Галактике превышает предсказываемое современной теорией происхождения и эволюции звезд. Однако есть и другие заключения. На основании анализа результатов эксперимента проведена проверка гипотезы о большом количестве (до 10^{12})

Рис. 4. Эволюция (плотности) ТВ в космологической симуляции Bolshoi.
Распределение ТВ показано для моментов времени 500 млн и 2,2 млрд лет (верхний ряд) и 6 млрд и 13,7 млрд лет (нижний ряд) после Большого взрыва.
Размер области, приведенный на нашу эпоху — примерно 16×320 Мпс (16 Мпс — глубина области).
В этой области помещается около 100 крупных гало ТВ, в которых образуются скопления галактик.
Рисунок из публикации J.R. Primack (см. <http://spectrum.ieee.org/aerospace/astrophysics/the-cosmological-supercomputer>)



маломассивных звезд (белых карликов) в гало нашей Галактики. Практически все неэкзотичные сценарии образования Галактики исключают такую возможность. Микролинзой может быть не только звезда или планета, но и сгусток ТВ (если сгустки такой массы могут существовать). В эксперименте OGLE наблюдалось около двух миллионов звезд Магеллановых облаков. Цель — пронаблюдать вспышки, вызванные эффектом микролинзирования на объектах в гало нашей Галактики. Общий вывод: маловероятно, чтобы в гало нашей Галактики существовали сгустки ТВ, способные вызвать эффект микролинзирования. Таким образом, перед учеными стоит проблема, требующая решения.

ТЕМНОЕ ВЕЩЕСТВО И КОСМОЛОГИЯ

Все современные общепринятые космологические модели приводят к представлению о том, что темное вещество составляет большую часть вещества во Вселенной. Считается, что полная плотность вещества-энергии во Вселенной близка к критической (упрощенно смысл критической плотности можно уяснить из условия: если плотность ниже критической, Вселенная будет расширяться вечно, если выше — ее расширение когда-нибудь сменится сжатием). Согласно современным представлениям, основными составляющими полной плотности являются: темное вещество (примерно 23% от полной плотности), барионное вещество — около 4% и так называемая «темная энергия» — около 73%. Последний компонент введен для объяснения особенностей процесса расширения Вселенной — ускоренного расширения, которое следует, например, из наблюдений далеких сверхновых. Справедливости ради отметим, что не все ученые безоговорочно принимают это открытие как безусловно доказанное. Критике подвергается, прежде всего, предположение о том, что сверхновые звезды I типа, не очень многочисленные и не слишком точные наблюдения которых стали основой гипотезы о существовании темной энергии, действительно могут считаться опорными источниками («стандартными свечами»).

Точность оценок (параметров Вселенной) считается довольно высокой (не ниже нескольких процентов). Однако для критически, т.е. правильно настроенного

исследователя главный вопрос — насколько значения этих величин (их ошибок определения) можно считать модельно независимыми? Не вдаваясь в обсуждение, отметим лишь, что, как подчеркивает известный американский астрофизик Джозеф Силк, полученные точности оценок сделаны при некоторых довольно жестких априорных допущениях. В частности, важное априорное допущение — неизменность постоянной тонкой структуры. Если этого допущения не придерживаться, то появляются дополнительные степени свободы, особенно в определении барионной плотности.

Космологические модели не дают сведений о конкретной природе носителей темного вещества, но накладывают на свойства этих носителей некоторые ограничения. В частности, темное вещество должно быть холодным, т.е. частицы ТМ не должны двигаться быстро. Например, нейтрино, движущиеся со скоростью света, не подходят на роль носителей ТМ уже по этой причине. Только в холодном веществе возможен рост мелкомасштабных неоднородностей, зародышей будущих галактик и скоплений галактик (имеется в виду мелкомасштабность по сравнению со всей Вселенной). Как мы увидим далее, масса самых малых устойчивых структур в ТВ составляет десятки-сотни тысяч масс Солнца!

Астрофизиками выдвигаются разнообразные, часто весьма экзотические кандидаты в носители темного вещества. Гипотезы основаны на самых современных теориях из области физики элементарных частиц. Среди известных элементарных частиц, а их более трехсот, считая искусственно полученные на ускорителях, не нашлось подходящих на роль носителей ТВ. Выдвинуто около десятка различных гипотез о природе ТВ: начиная с возможности существования

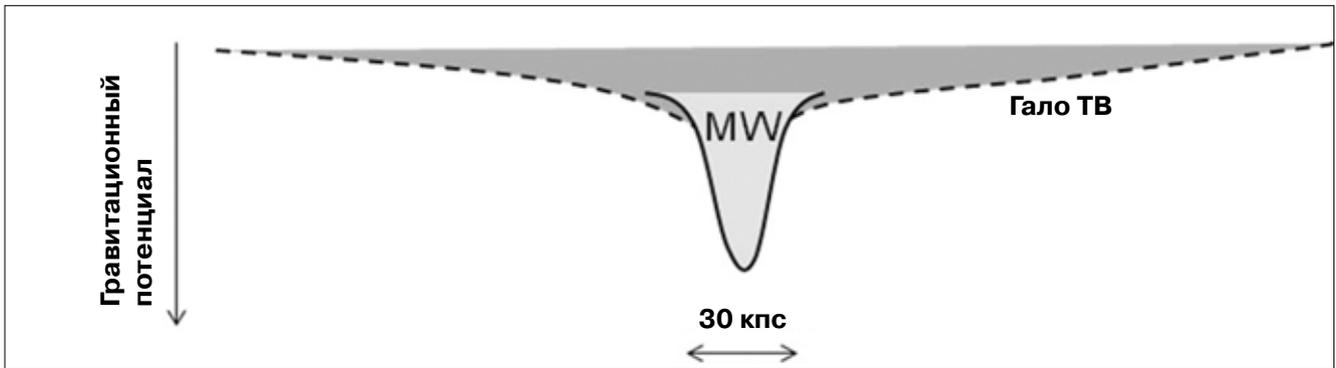


Рис. 5. Распределение гравитационного потенциала в Галактике. Составляющая, обусловленная барионным веществом Галактики, обозначена MW (Milky Way); составляющая, обусловленная темным веществом, обозначена «гало ТВ».

гипотетических частиц, существование которых следует из различного вида симметрии, до зеркального мира, где все частицы подобны нашим, но взаимодействуют с нашими частицами только гравитационным образом. Каждая из них требует, естественно, экспериментальной проверки. На проведение таких экспериментов тратятся значительные силы и средства, в том числе используются внеатмосферные аппараты. Хороший пример: российско-итальянский проект ПАМЕЛА. Однако пока что ни в одном из экспериментов ни одна из гипотез подтверждения не получила.

Итак, мы не знаем, что такое ТВ. Однако, имея представления о его общих свойствах (например, о том, что оно должно быть холодным, его носители не должны быть очень массивными и т.д.), можно построить довольно согласованную картину эволюции Вселенной, точнее, образования во Вселенной таких крупномасштабных структур, как скопления галактик и сами галактики.

Согласно общепринятым результатам моделирования образования и эволюции (скоплений) галактик, наиболее важным процессом, предшествующим образованию первых галактик (протогалактик), является рост изначальных флуктуаций (ряби) распределения плотности холодного темного вещества (в литературе используется обозначение CDM — Cold Dark Matter). Процесс роста флуктуаций плотности ТВ описывают как сгущивание (кластеризацию) темного вещества. Этот процесс легко наблюдать на компьютерных моделях. Задавая в некотором пространстве огромное количество точечных масс и распределяя их на начальный момент по пространству равномерно, можно проследить за дальнейшей эволюцией этого ансамбля под действием гравитации. Даже ничтожные начальные отклонения от однородности (в природе они неизбежны) приводят к нарастанию неоднородностей в распределении гравитирующих точечных объектов. Рост флуктуаций плотности приводит к появлению крупных и плотных сгустков ТВ. Эти сгущения являются первыми гравитационно связанными (и относительно устой-

чивыми, поскольку частицы ТВ уже не могут легко покидать их) объектами во Вселенной. Они называются «гало темного вещества». С самого начала эти гало были относительно массивными, как минимум в десятки тысяч раз массивнее Солнца. Таких гало ТВ в ранней Вселенной было огромное количество. В дальнейшем в процессе взаимных столкновений и слияний первичных гало образовался целый спектр масс гало вплоть до гигантских гало массой более ста триллионов масс Солнца. На рис.3 показано, как, согласно теоретическим представлениям, со временем изменялся спектр масс гало ТВ.

Поскольку барионного вещества намного меньше, чем ТВ, и его гравитационное воздействие много слабее, чем гравитация ТВ, оно «покорно» следует за ТВ, т.е. ТВ гравитационно управляют дальнейшей структуризацией барионного вещества (газа), которое скапливается во внутренних областях гало ТВ. Из этого газа и образуются впоследствии первые звезды (в первичных гало), галактики — в более поздних и крупных гало и скопления галактик — в самых крупных гало. Подробнее о роли темного вещества в образовании первых звезд и галактик сказано в лекциях, прочитанных мной на ежегодной Всероссийской астрономической студенческой школе-конференции, в УрФУ (г. Екатеринбург).

В общем, кластеризация приводит к образованию ячеистой структуры (как в губке) со сгущениями в узлах. Часто картина распределения ТВ называется «космической паутиной». Узлы разного масштаба — это и есть гало ТВ, внутри которых сосредоточилось барионное вещество.

На рис. 4 показана картина роста структур во Вселенной согласно самой современной компьютерной модели Bolshoi. Эта наиболее точная и всеобъемлющая на данный момент модель эволюции крупномасштабной структуры Вселенной создана астрономами из США, Германии и России под руководством профессора университета Нью-Мексико Анатолия Клыпина. Модель рассчитана с помощью суперкомпьютера Pleiades, установленного в исследовательском центре НАСА им. Эймса.

Рис. 6. Относительный вклад фаз барионного вещества в процесс космологической эволюции.

СКРЫТАЯ МАССА В ГАЛАКТИКЕ И ОКРЕСТНОСТЯХ: ТЕМНОЕ ВЕЩЕСТВО?

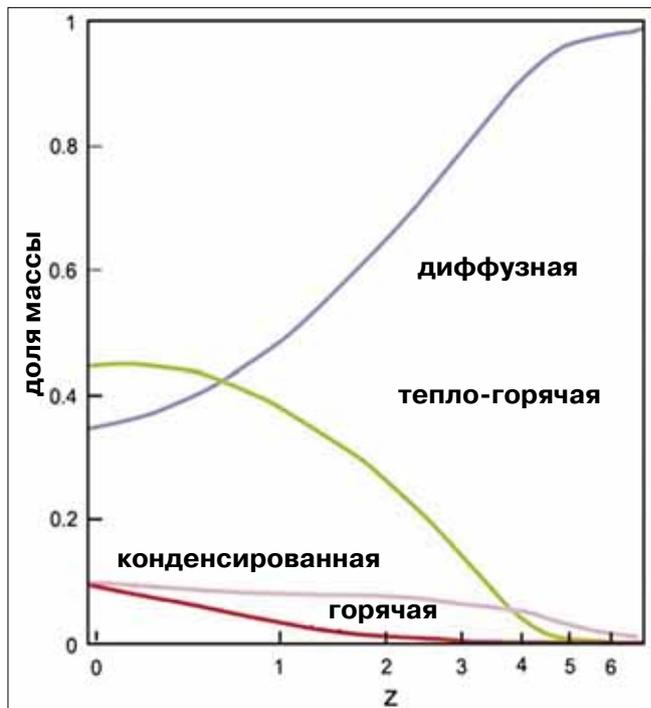
Совершенно естественно заключить, что если темного вещества так много, то оно должно быть рядом. В Галактике и ее окрестностях оно было предметом многих исследований. По их результатам опубликованы тысячи научных работ. В целом можно суммировать так: ни в тонком, ни в толстом дисках, ни в балдже (центральной уплотнении Галактики) гравитационные проявления темного вещества не являются заметными. Темное вещество находится в обширном гало с характерной линейной шкалой ~ 200 кпс. Масса гало, как это следует из анализа кривой вращения Галактики и анализа движения шаровых скоплений, составляет $\sim 2 \cdot 10^{12} M_{\odot}$ и, в любом случае, не превышает $6 \cdot 10^{12} M_{\odot}$. Нижний предел массы гало оценивается как $1,4 \cdot 10^{12} M_{\odot}$. Аналогичную оценку нижнего предела дает метод, предложенный еще в 1959 г. Суть метода состоит в анализе кинематики движений, а по существу гравитационных воздействий нашей Галактики и галактики М31 (они являются наиболее крупными и массивными членами Местной группы) друг на друга.

Распределение гравитационного потенциала в Галактике показано на рис. 5. Составляющая, обусловленная барионным веществом Галактики, обозначена MW (Milky Way), составляющая, обусловленная темным веществом, обозначена «гало ТВ». Это распределение согласуется с распределением плотности вещества в том смысле, что чем больше плотность вещества, тем глубже гравитационная яма. Масштаб размеров Галактики — 30 килопарсек, размер темного гало примерно в десять раз больше. Именно поэтому, несмотря на более низкую плотность в центре, общая масса гало ТВ превышает массу Галактики во много раз. В пределах Галактики масса ТВ относительно невелика.

Ученые задались вопросом о количестве ТВ в Солнце. Ответ вполне однозначен — относительная масса скрытого вещества в Солнце не может превосходить нескольких процентов ($< 2\%$ при равномерном перемешивании обычного и темного вещества). Можно обобщить, что в звездах темного вещества практически нет.

Распределение потенциала, и соответственно плотности вещества, показано на рис. 5 довольно условно. Весьма важным вопросом остается выяснение параметров распределения темного вещества. Согласно результатам моделирования, гало темного вещества не обязательно сферично. Их характерная сплюснутость (отношение малой и большой осей) $\sim 0,5$. Такая оценка делается на основе анализа распределения горячего рентгеновского газа в эллиптических галактиках, анализа орбит захваченных галактиками маломассивных спутников и определения толщины газового диска.

Моделирование образования и эволюции галактик в CDM-моделях выявило и ряд проблем. Прежде



всего эти модели дают слишком концентрированное к центру распределение темного вещества («проблема каспа ТВ»). Согласно CDM-космологическим моделям, распределение плотности в центральных областях гало темного вещества должно иметь выраженный пик плотности (касп), однако наблюдения этого не подтверждают. Еще более критичным является то, что, согласно численным эволюционным сценариям, после слияний должно остаться множество (тысячи) небольших гало ТВ, в которых могли бы образовываться карликовые галактики. Но таких галактик в окрестности нашей Галактики наблюдается всего лишь несколько десятков. Астрофизики работают над этими проблемами. Например, показано, что учет звездообразования в центре галактики снижает остроту так называемой проблемы каспа.

Звездообразование приводит к образованию сверхновых, взрывы которых выталкивают вещество из центра галактики, а поскольку плотность барионного вещества здесь существенно выше, чем плотность ТВ, то уже ТВ «покорно» следует за обычным веществом и пик размывается.

БАРИОННОЕ ВЕЩЕСТВО ВО ВСЕЛЕННОЙ. ГДЕ ЕГО ИСКАТЬ?

Итак, плотность барионного вещества во Вселенной оценивается примерно в 4% от полной плотности. Такая оценка для выбранной космологической модели может быть сделана из анализа процесса первичного нуклеосинтеза, а также проверена по измерениям относительного содержания первичного дейтерия и водорода (т.е. отношения D/H). Поскольку часть барионов сконцентрировалась в галактики,

оценка в 4% является верхней для определения плотности межгалактического вещества. Но даже из этих 4% барионов наблюдается лишь небольшая часть. Удалось оценить распределение светящейся (наблюдаемой) массы во Вселенной и определить, что плотность наблюдаемого вещества во Вселенной составляет всего лишь 10–30% от общего количества барионов. Так что поиск пока скрытого от наблюдателей барионного вещества во Вселенной — одна из самых важных задач фундаментальной науки.

В ответ на этот вопрос наиболее часто предлагаются различные формы ненаблюдаемых объектов: звезды малой массы, черные дыры, тела с массами порядка планетных или кометных, небольшие газовые облачка и др. Согласно работам ряда авторов, барионное вещество во Вселенной может быть разделено на четыре фазы в соответствии с их плотностью и температурой. Конденсированная фаза — звезды и холодный газ в галактиках, это хорошо обнаруживаемая фаза. Горячая фаза — газ в скоплениях галактик — наблюдается по рентгеновскому излучению с температурой более 10 млн °С. Диффузная фаза — большинство структур, наблюдающихся в линии поглощения водорода 121,6 нм (линия Лайман-альфа) в спектрах далеких квазаров. Тепло-горячая фаза — газ, нагретый ударными процессами до температур от сотен тысяч до десятков миллионов градусов. Этот газ трудно обнаруживаемый по линиям поглощения вследствие высокой степени ионизации и из-за малой интенсивности излучения. Относительная доля указанных компонентов менялась в ходе эволюции Вселенной. Согласно этим данным, значительная доля темного барионного вещества может быть обнаружена в фазах 3 и 4 (рис. 6).

Наблюдения холодных газовых межгалактических облаков, поглощающих энергичные кванты в излучении систем (диффузная фаза) можно проводить с наземными телескопами в линии Лайман-альфа, но только для наиболее удаленных облаков. Дело в том, что длина волны линии Лайман-альфа лежит в дальней ультрафиолетовой области спектра, в которой атмосфера Земли совершенно непрозрачна. Из-за так называемого космологического красного смещения для удаленных объектов длина волны линии Лайман-альфа в спектре, регистрируемом наблюдателем, смещается в красную, т.е. более длинноволновую сторону. Для очень далеких объектов она смещается в видимый участок спектра и может быть зарегистрирована наземным инструментом. Но на таких больших расстояниях можно наблюдать только крупные облака. Поскольку получение из наблюдений спектра масс межгалактических облаков, включая самые малые облака, — очень важная научная задача, было бы естественно сосредоточиться на более близких объектах. Но в ближней Вселенной, для которой космологический фактор z не превышает значение 2, и она, хотя и «ближняя», содержит около 80% объема Вселенной, наблюдать межгалактические облака в линии Лайман-альфа можно только с космическими телескопами УФ-диапазона. Таким образом, космический УФ-телескоп позволяет существенно увели-

чить эффективность решения задачи поиска темного барионного вещества в диффузной фазе.

Согласно теории, значительная доля барионного вещества на малых z , т.е. в ближней Вселенной, находится в высокоионизованном состоянии. Это вещество нагрето до высоких температур — от сотен тысяч до десятков миллионов градусов. При таких температурах атомы теряют все или значительную часть своих электронов, так как вещество в этом состоянии способно испускать или поглощать только весьма энергичные кванты. Длина волны таких квантов лежит в недоступном при наблюдениях с Земли УФ-участке спектра. Для их наблюдения нужен инструмент, размещенный в космосе с тем, чтобы избежать влияния земной атмосферы, полностью поглощающей УФ-излучение.

Есть также свидетельства того, что много барионов может находиться в пустотах, т.е. не быть связанными с галактиками. В связи с этим чрезвычайно важны будущие возможности спектроскопии высокого разрешения в УФ-диапазоне с тем, чтобы уточнить массу барионного компонента Вселенной и его химический состав.

СКРЫТАЯ МАССА В ГАЛАКТИКЕ И ОКРЕСТНОСТЯХ: ТЕМНОЕ БАРИОННОЕ ВЕЩЕСТВО?

Еще одним подтверждением больших перспектив поиска барионов в межгалактической среде служит обнаружение в окрестностях Галактики большого числа поглощающих облаков высокоионизованного газа. Это было сделано по наблюдениям линий поглощения OVI в дальнем ультрафиолетовом участке спектра. С помощью космического аппарата FUSE были получены спектры 100 квазаров, в которых обнаружены линии OVI, ассоциируемые с объектами (облаками) в фазе 4. Такие облака заполняют галактическую корону и пространство, занимаемое Местной группой галактик. Полная масса барионов в этих облаках оценивается при относительном содержании кислорода 0,1 от солнечного — в один триллион масс Солнца. Этого достаточно, чтобы объяснить значительную долю скрытой массы в гало нашей Галактики!

Таким образом, наблюдения с помощью относительно небольшого космического телескопа FUSE привели к удивительному результату, противоречащему сложившимся представлениям. Оказывается, значительную долю скрытой массы в окрестностях Галактики можно объяснить присутствием плохо обнаружимого, но весьма распространенного тепло-горячего компонента барионной составляющей Вселенной! Создаваемая сейчас под руководством России международная внеатмосферная обсерватория «Спектр-УФ» («Всемирная космическая обсерватория») с диаметром зеркала телескопа 170 см, оснащенная набором современных спектрографов — наиболее эффективна для решения этой проблемы.

Иллюстрации предоставлены автором

ВЕЛИКИЙ ПОДВИГ СТРАНЫ



Доктор технических наук Илари́й САПОЖНИКОВ,
главный конструктор Научно-исследовательского института
прикладной механики им. академика В.И. Кузнецова (НИИ ПМ)

**Ежегодно 12 апреля наша страна отмечает знаменательную дату —
первый полет человека планеты Земля в космическое пространство.
Пилотом космического корабля-спутника «Восток»
был наш соотечественник Юрий Гагарин,
которому в марте 2014 г. исполнилось бы 80 лет.
В осуществлении этого полета принимали участие коллективы
сотен предприятий (заводов, НИИ, КБ),
которые разрабатывали, изготавливали ракету-носитель
и космический корабль.**



Ю.А. Гагарин во время парашютной подготовки (г. Киржач, 1960 г.).

Мне посчастливилось быть участником этих событий. Я работал начальником лаборатории в НИИ-944 (НИИ ПМ), где под руководством главного конструктора Виктора Кузнецова создавали гироскопические приборы для системы управления ракеты-носителя Р-7 и космического аппарата «Восток» с человеком на борту, выводимого на орбиту спутника Земли.

Созданию гироскопических приборов ракеты-носителя Р-7 предшествовала разработка приборов для первых боевых ракет Р-1, Р-2, Р-5, Р-12, в процессе которой гироскопические приборы приобрели принципиально новые качества по точности и надежности. Для ракеты Р-7 были созданы новые узлы: гироскоп, датчики углов, программный механизм, арретирующие устройства, карданный подвес. Вакуумный гиросомотор с рекордной скоростью 60 000 об/мин показал очень высокую надежность.

Были приняты меры по созданию стерильного высокотехнологичного производства на Московском заводе электромеханической аппаратуры (МЗЭМА), без них невозможно было изготовить новые гироскопы. На МЗЭМА сделали приборы для полета Юрия Гагарина. В дальнейшем аналогичные приборы изготовили на Саратовском заводе «Корпус», Раменском

приборостроительном заводе, Омском электромеханическом заводе и других ведущих предприятиях приборостроительной отрасли. Все они работали по документации и технологиям, созданным институтом и отработанным на МЗЭМА. Высокую степень точности и надежности гироскопов подтверждает и то, что более 50 лет они безотказно служат на ракете-носителе типа Р-7.

Такие результаты не могли быть достигнуты без привлечения предприятий других отраслей промышленности: электротехнической (источники питания), подшипниковой, химической (смазки), металлургической и др.

Техническим руководителем работ по запуску космического корабля являлся Совет главных конструкторов во главе с академиком (с 1958 г.) Сергеем Королевым*. В него также входили Михаил Рязанский, Николай Пилюгин, Валентин Глушко, Владимир Бармин и Виктор Кузнецов.

Важное значение имела и серьезная организационная работа. Наш институт в то время входил в Министерство судостроения, ему был выделен новый инженерный корпус. Руководство министерства,

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

министр Борис Бутом оказывали большую помощь в материальных вопросах — снабжении оборудованием, строительстве и т.п.

Что касается кадрового обеспечения, то в то время, несмотря на очень скудное жилищное строительство, все специалисты, в том числе и молодые, были обеспечены жильем. Оперативно решались все материальные вопросы. Вводимое в эксплуатацию оборудование было отечественным, за исключением импортных станков и испытательных средств (вибростенды, термокамеры).

В январе 1961 г. на космодром Байконур прибыли представители фирм, участвующих в подготовке и запуске космического корабля. Руководил всем коллективом Сергей Королев. Его авторитет был непрекращаемым, требования очень жесткими, но он очень ценил и уважал тех, кто работал рядом с ним, под его руководством. Он старался участвовать во всех разборах замечаний, возникающих при испытаниях, и не оканчивал рассмотрения технических вопросов до тех пор, пока не приходили к единому мнению все участники совещания.

Следует отметить, в 1960 г. было проведено несколько запусков однотипных кораблей (с манекенами и собаками), однако не все оказались удачными. Причины неудач исследовались особенно тщательно и принимались меры по их исправлению.

При подготовке полета человека в космос делали все возможное и для обеспечения безопасности космонавтов. Вокруг стартовой установки была смонтирована специальная металлическая сетка, предназначенная ослабить удар при падении космического корабля на начальном участке траектории. Возникали трудности при возврате корабля на землю. То есть полной гарантии успеха не было.

В подготовке к пуску корабля «Восток» участвовали представители многих предприятий. Работа шла дружно. При возникновении каких-либо замечаний все старались не искать причину в соседней системе, а прежде всего проверить свой прибор или агрегат и убедиться, что они работают нормально, а в случае необходимости — принять меры для их замены. Вообще царил атмосфера дружбы и товарищества и на работе, и в короткие часы досуга.

В случае возникновения серьезных вопросов подключались все: и руководство министерств, и партийные организации, и военные ведомства. Но эффективнее всех действовал сам Сергей Королев. Он звонил секретарю обкома с просьбой принять меры. И это действовало. И вот наступил исторический день. Стояло ясное солнечное утро. Вся подготовка к пуску ракеты проходила без существенных замечаний.

За 30 минут до пуска Королев перешел в пультовое помещение стартового комплекса, у перископов находился командир воинской части, осуществляющей пуск, полковник Александр Кирилов и заместитель главного конструктора завода «Прогресс» Александр Солдатенков.

Сергей Павлович вел непрерывные переговоры с первым космонавтом нашей страны Юрием Гагариным*. Постоянно передавались данные о самочувствии космонавта, и всех поразило, что частота пульса у него не превышала 100 ударов в минуту. Гагарин держался спокойно. Прошла команда «на старт», затем «зажигание», заработали двигатели и вот — «подъем».

Все операции при пуске ракеты прошли штатно. Гагарин произнес знаменитое «поехали», и начался исторический полет. Шел репортаж с телеметрической станции: «Двигатели работают устойчиво, тангаж, рыскание, вращение — в норме, полет нормальный». Затем окончание работы 1-й ступени — отделение боковых блоков, потом — 2, 3-й ступеней, и наконец, долгожданное окончание работы 3-й ступени, отделение космического корабля и выход на орбиту спутника Земли. Всеобщее ликование, многие обнимаются, некоторые плачут. И бегом наверх, на машины к пункту связи, где был аппарат ВЧ в небольшом деревянном здании.

Вся площадка перед зданием была заполнена народом. На крыльцо выходили заместители главного конструктора и информировали о ходе орбитального полета. Через 1,5 ч было объявлено, что космический корабль с Юрием Гагариным успешно приземлился в районе Саратова. Так закончился этот исторический полет, результат которого поразили не только наш народ, но и все мировое сообщество. Американцы никак не могли понять: почему их опередили?

Полет Гагарина дал толчок развитию космонавтики во всем мире. В США в ответ на запуск первого человека Земли в космос была создана национальная программа полета на Луну.

Прошло 50 лет со дня исторического полета. За это время ракетно-космическая техника шагнула далеко вперед. Нашим институтом созданы гироскопы, основанные на новых принципах, во много раз более точные, имеющие многолетний ресурс непрерывной работы с поплавковыми чувствительными элементами, динамически настраиваемыми гироскопами на упругом подвесе. Сегодня Научно-исследовательский институт прикладной механики в качестве филиала входит в состав «Центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры».

Задачи в управлении космическими аппаратами и ракетами-носителями различного назначения решаются с помощью лазерных и волоконно-оптических гироскопов. Но в основе их создания и отработки мы по-прежнему закладываем принципы обеспечения высокой надежности и точности.

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

РОМАНОВЫ И ИМПЕРАТОРСКАЯ АКАДЕМИЯ ХУДОЖЕСТВ



Вероника БОГДАН,
заместитель директора по научной работе
Научно-исследовательского музея
Российской академии художеств (Санкт-Петербург)

Еще до своего основания в 1757 г. Императорская Академия художеств была незримо связана с династией Романовых: сама идея учреждения Академии наук и художеств принадлежала царю-реформатору Петру I (1672–1725).

Академия художеств – явление сугубо петербургское, так как необходимость подготовки русских художников и архитекторов возникла в связи с быстрым ростом молодой столицы и потребности в живописцах, архитекторах и профессионально обученных мастерах.

Валлен-Деламотт Ж.Б. Фасад здания Академии художеств в Санкт-Петербурге. 1760-е годы. Бумага, тушь, акварель.

© Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.



Боровиковский В.Л. (1757–1825). Портрет Павла I.
Холст, масло. © Научно-исследовательский музей
Российской академии художеств.

Борисполец (Бориспольц) П.Т. (1805–1880).
Мученическая смерть Петра Доминиканца.
Копия с оригинала Тициана (1849–1850). Холст, масло.
© Научно-исследовательский музей
Российской академии художеств.

ОТКРЫТИЕ АКАДЕМИИ ХУДОЖЕСТВ

В царствование дочери Петра Великого Елизаветы (1709–1762) усилиями члена Российской академии (с 1783 г.), одного из создателей Академического словаря, фаворита императрицы Ивана Шувалова в Санкт-Петербурге* открыли «Академию трех знатнейших художеств». В то время Иван Иванович пригласил иностранных преподавателей из числа известных в Европе художников, основал художественное собрание Академии и библиотеку, составил Регламент и утвердил избрание ее почетных членов. А первое торжественное собрание в присутствии всех членов Академии и «посторонних искуснейших художников» состоялось 2 декабря 1762 г. Именно Шувалов заложил предпосылки для дальнейшего развития Академии, на которую до 1917 г. было

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

возложено решение всех вопросов, относящихся к искусству.

Тогда же, в середине XVIII в., одновременно с Академией художеств, при ней возник музей, со временем превратившийся в поистине уникальное художественное собрание не только в России, но и во всем мире. Здесь издавна собирали рисунки, гравюры, картины русских и западноевропейских мастеров, а также слепки с произведений античной и западноевропейской скульптуры, служившие моделями для рисования в классах «гипсовых голов» и «гипсовых фигур». Только здесь, знакомясь с работами учеников и педагогов, и сегодня можно видеть, с чего начинается свой творческий путь будущий художник, какие ступени ведут к вершинам его мастерства.

Кстати, само здание Академии художеств, построенное по проекту двух педагогов архитектурного класса — Александра Кокоринова и первого в России



*Корицкий (Карицкий) А.О. (1818–1867).
Копия с «Автопортрета» К.П. Брюллова. Не ранее 1849 г.
Картон прессованный, масло.
© Научно-исследовательский музей Российской академии
художеств.*

профессора архитектуры француза Жана-Батиста-Мишеля Валлен-Деламота в 1764–1772 гг., само по себе не менее уникально, чем содержащиеся в нем экспонаты — ведь оно представляет собой выдающийся памятник архитектуры раннего классицизма в России и относится к числу «особо ценных объектов культурного наследия» (особо ценный объект — не только здание, а все вместе — учебное заведение, музей, библиотека — все институции в комплексе).

Русские живописцы и скульпторы XVIII–XIX вв., украшая парадные интерьеры, где ныне располагается Музей Академии художеств, воплотили идею значимости изобразительного искусства в жизни просвещенного общества и в судьбе страны, стремились передать молодым поколениям мастеров мысль о высоком назначении их призвания. Заметим, домовая церковь Академии, Рафаэлевский и Тициановский залы были отделаны в 1830-е годы по проекту автора храма Христа Спасителя в Москве, известного архитектора Константина Тона, пребывавшего на посту ректора Академии художеств в 1840–1850 гг.

ПОСТОЯННЫЕ ЭКСПОЗИЦИИ

Сегодня постоянные экспозиции Научно-исследовательского музея развернуты на трех этажах так называемого «циркуля» — внутреннего концентрического корпуса Академии. Галереи, «обегающие» внутренний круглый двор здания (их диаметр — 55 м), представляют уникальное экспозиционное пространство: на первом этаже — отдел слепков шедевров античной скульптуры, а также модели архитектурных античных памятников, выполненных в XVIII в. из пробки в ма-

стерской римского модельщика и скульптора Антонио Кики. Эта коллекция не имеет равных по полноте и художественной ценности: многие из собранных здесь слепков отформованы непосредственно с ценнейших оригиналов еще в XVIII–XIX вв.!

Постоянная экспозиция второго этажа, так называемый «Академический музей», — картины из исторического собрания, работы тех знаменитых художников, чьи полотна служили образцами для изучения и копирования многим поколениям молодых русских художников. Таким был принцип устройства постоянной экспозиции Музея Императорской Академии художеств до 1917 г.: на втором этаже в залах «по циркулю», где была развернута картинная галерея и выставлялась скульптура, помимо лучших «программ» отечественных живописцев (т.е. картин на заданные сюжеты, за которые некогда их авторы получили золотые медали, звания художника, академика и профессора) показывали и произведения иностранных мастеров. А размещенная на третьем этаже экспозиция «Архитектура Петербурга XVIII–XIX вв. в моделях, рисунках и чертежах» знакомит посетителей уже с работами выдающихся зодчих прошлого. Особый интерес здесь представляют уникальные проектные модели известных архитектурных памятников Петербурга — Смольного монастыря, Исаакиевского собора, Михайловского замка, Биржи и др.

В Парадных залах (вдоль Невского фасада) Академии ныне экспонируют исполненные в XIX в. копии произведений итальянских мастеров XVI–XVIII вв., среди которых копии картин Тициана (в частности, особо ценная копия утраченной еще в XIX в. композиции «Убиение Святого Петра Доминиканца») и почти полностью воспроизведенный цикл росписей Рафаэля в станцах Ватиканского дворца. Эти творения выполнены в середине XIX в. пенсионерами Академии художеств и напоминают нам о замечательной традиции совершенствования молодых художников за границей, существующей в Академии художеств более 150 лет. Кстати, в этих залах сегодня регулярно проводят различные выставки произведений отечественных и зарубежных мастеров изобразительного искусства.

АКАДЕМИЯ ХУДОЖЕСТВ ПРИ ЕКАТЕРИНЕ ВЕЛИКОЙ

Ранее мы упомянули: представители царствующего в России императорского Дома Романовых с момента основания и открытия Академии были тесно связаны с ее историей, активным развитием и пополнением здешних коллекций. А потому неудивительно, что императрица Екатерина II (1762–1796)* начала

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



Нефф Т.А. (1805–1876). Портрет президента Академии художеств великой княгини Марии Николаевны. 1866 г. Холст, масло. © Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.



Худяков В.Г. (1826–1871). Портрет И.И. Шувалова. 1864 г. Копия с оригинала Ж.Л. Де Вели (1864 г.). Холст, масло. © Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

уделять внимание Академии художеств в первый же месяц своего правления. Неоднократно посещая занятия и экзамены, она приучила к этому и весь свой двор. При ней возводят каменное здание Академии (1764–1788 гг.); в 1764 г. утверждают ее Устав и привилегии. В 1767 г. состоялся первый выпуск воспитанников, и семерых лучших, удостоенных золотых медалей, отправили для усовершенствования в Париж. После возвращения из-за границы всех почетных выпускников академическое собрание пополняется их произведениями: так была заложена основа первого музея русского искусства в России.

Как известно, императрица Екатерина Великая состояла в переписке со знаменитыми французскими просветителями и прислушивалась к их советам по части пополнения художественного собрания не только Эрмитажа, но и Академии художеств. В 1767 г. французский скульптор Этьенн Морис Фальконе, приехавший в Россию по рекомендации иностранного почетного члена Петербургской АН (с 1773 г.) французского философа-литератора Денни Дидро для работы над монументом российскому императору Петру I, передал для академического собрания ряд собственных творений и скульптур своих соотечест-

венников. Также он передал картины «Пигмалион и Галатей» кисти директора Королевской Академии живописи и скульптуры в Париже Франсуа Буше и «Вознесение Марии» французского художника Карла Ванлоо. Тогда же по распоряжению императрицы из дворцовой коллекции в Академию прислали живописные полотна современных французских мастеров — пейзажи Шарля-Франсуа Лакруа, Клода Жозефа Верне, холсты Жозефа-Мари Вьена и Жана-Батиста Греза. В конце 1760-х годов из Эрмитажа сюда поступают семь гризайльных* картонов для шпалер с изображением охотничьих сцен фламандских (южнонидерландских) живописцев Питера-Пауля Рубенса и Франса Снейдерса.

ПОПОЛНЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ ПРИ ПАВЛЕ I

Между тем император Павел I (1754–1801), принятый в число почетных любителей Академии в 1765 г. (еще цесаревичем), став монархом, распорядился,

*Гризайль — вид живописи, выполняемой тональными градациями одного цвета. В ней учитывают только тон предмета, цвет же значения не имеет (прим. ред.).



Челести А. Избиение младенцев.
Холст, масло.
© Научно-исследовательский музей
Российской академии художеств.

чтобы в Академию художеств отослали около сорока пробковых моделей античных зданий, заказанных в свое время его матерью в Италии. По ним великие князья Александр (1777–1825) и Константин (1779–1831) Павловичи изучали древнюю историю.

В 1801 г. венецианский кавалер и «командир Державного ордена Святого Иоанна Иерусалимского» Антонио Франческо Фарсетти присылает в дар российскому престолу большое количество слепков и форм итальянских ваятелей. В сохранившихся описях упоминаются формы с работ Микеланджело Буонарроти, терракоты* скульпторов эпохи барокко Алессандро Альгарди, Антонио Раджи, Анджело Габриэлло Пио, Ж.-Б. Теодона, Модерати и Мальтезе. Коллекция досталась ему в наследство от Филиппо Фарсетти, по заказам которого были сняты копии со знаменитых античных оригиналов, хранившихся в музее Капитолия, Ватикане и крупных частных коллекциях итальянской знати.

При расформировании Музея Академии художеств в 1920-е годы лучшие образцы «боцетти» поступили в Эрмитаж, однако небольшая и наиболее пострадавшая часть до сих пор хранится в нашем Научно-исследовательском музее.

АКАДЕМИЯ ПРИ ИМПЕРАТОРЕ НИКОЛАЕ I

Степень участия венценосцев в делах Академии зависела от характера того или иного монарха. Пожалуй, наиболее активным интересом отличался царь Николай I (1796–1855). Он находил время для всего, даже для детального ознакомления с проектами монументальных росписей и тех произведений, которые художники представляли на получение званий. Его вердикт бывал весьма строг: император, и сам неплохо рисовавший, искренне считал, что может выступать верховным судьей в вопросах искусства. У такой весьма «тиранической любви» были и свои положительные

*Терракота — керамические неглазурованные изделия из цветной глины с пористым строением (прим. ред.).

стороны — благодаря ей значительно увеличилось академическое художественное собрание.

Если верить словам президента Академии Алексея Оленина, именно Николай I пожелал устроить в Академии художеств первый музей отечественного искусства. И с этой целью он пожаловал картину великого художника Карла Брюллова «Последний день Помпеи» (1830–1833 гг.), а в период с 1825 по 1834 г. — еще тысячу великолепных эстампов (гравюрных либо иных оттисков на бумаге с печатной формы) и несколько мастерских картин, а также приобретенную им значительную коллекцию этрусских ваз. Примеру царя следовали и члены всей его семьи. Наследник престола, цесаревич великий князь Александр Николаевич (1818–1881) подарил картон «Собрание богов на Олимпе» знаменитого итальянского живописца Винченцо Камуччини, выставленный в одном из залов Академии. В 1842–1843 гг. от него же поступили 64 гипсовые скульптуры.

Между тем Николай I ввел в Академии новый порядок назначения президентов: ими могли стать лишь члены императорской фамилии. В 1843–1852 гг. этот пост занимал герцог Максимилиан Лейхтенбергский, супруг старшей дочери царя — Марии. Будучи человеком высокообразованным, он прекрасно понимал необходимость разностороннего развития художников. Именно под его покровительством в 1851 г. в залах Академии с успехом прошла «Художественная выставка редких вещей, принадлежащих частным лицам». Учитывая, что Музей Императорской Академии художеств долгое время был единственным публичным музеем в стране, данная выставка дала уникальную возможность увидеть картины, скульптуры и предметы прикладного искусства из крупнейших столичных собраний Строгановых, Шуваловых, Лобановых-Ростовских, Мусиных-Пушкиных, а также из скромных частных коллекций знатных петербуржцев и из великолепного собрания самого герцога.



**Анфилада
в Отделе слепков с античной
и западноевропейской
скульптуры
Академии художеств
в Санкт-Петербурге.
Интерьер.**

КНЯГИНЯ МАРИЯ НИКОЛАЕВНА — ПРЕЗИДЕНТ АКАДЕМИИ

Следующим президентом Академии стала великая княгиня Мария Николаевна (1819–1876), оставившая после себя большую коллекцию произведений искусства, распределенную между ее детьми от обоих браков. Академии она завещала картину итальянского художника Якопо Бассано «Святое семейство» и «Итальянку, снимающую виноград» (или «Итальянский полдень», 1827 г.) упомянутого выше художника Карла Брюллова, два мраморных античных бюста, а также 5000 руб. на покупку художественных произведений в память о ней. В годы ее президентства (с 1852 по 1876 г.) в русском обществе заметно возрос интерес к истокам древнерусского искусства, прежде всего к Византии. Так, при живейшем участии самой княгини в Академии учредили класс «православного иконописания», а вскоре и Музей древнехристианского искусства. По указу императора ежегодно из государственного казначейства в течение четырех лет отпускали по 4000 руб. серебром на приобретение книг, подлинников византийской живописи и копий, необходимых для нового класса.

Но и царская семья не оставалась в стороне. Так, в 1858–1859 учебном году великая княгиня Елена Павловна, «...желая содействовать пользе учрежденного при Академии класса церковной Русской живописи, изволила пожаловать копию с картины Беато Анже-

лико, оригинал которой находится в церкви Santa Maria degli Angeli в Орвието». Следует отметить, будучи урожденной принцессой Фредерикой Шарлоттой Марией Вюртембергской (1806–1873), великая княгиня Елена Павловна была разносторонне образованной и начитанной. А став супругой великого князя Михаила Павловича (1798–1849) и приняв православие, эта незаурядная женщина горячо выступала за отмену крепостного права и другие прогрессивные реформы в России. Кроме того, немецкая принцесса была известным благотворителем. Она помогла русскому художнику Александру Иванову, дав средства на перевоз из Италии его грандиозного живописного полотна «Явление Христа народу» (1837–1857 гг.) на Родину, покровительствовала видному русским художникам Карлу Брюллову и маринисту-баталисту Ивану Айвазовскому. Поддержав идею учреждения Русского музыкального общества и консерватории, она также активно финансировала и этот проект.

В 1861 г. от президента княгини Марии Николаевны в академическое собрание поступили прекрасные скульптуры, подаренные французским императором Наполеоном III: «Милон Кротонский», два льва известного анималиста Антуана-Луи Бари, «Три грации» Жермена Пилона, два «Пленника» Микеланджело и ряд других гипсовых отливов с оригиналов, находившихся в Париже. Все они до сих пор хранятся в нашем Музее. Сама же великая княгиня Мария Ни-



Интерьер
академической церкви.

колаевна, проводившая основную часть года во Флоренции, присылала в Академию гипсовые слепки с работ выдающихся итальянских ваятелей эпохи раннего Возрождения, которые ныне также находятся в отделе слепков нашего Музея. И сегодня — это одна из наиболее значимых для учебного процесса музейных частей, где рисуют и лепят будущие скульпторы и архитекторы.

АКАДЕМИЯ ХУДОЖЕСТВ В 1872—1917 гг.

В свою очередь, император Александр II, помимо двадцати одного гобелена, подарил две гуаши итальянского художника, профессора Венецианской академии Джованни Бузато с образами Св. Николая Кочанова, Марии Магдалины и царицы Александры, в 1872 г. переданные в петербургский собор Святой Троицы Измайловского полка. А в 1863 г. от него поступил овальный портрет императора кисти французского художника Ораса Верне, воспроизведенный художником-иллюстратором Алексеем Витковским.

Последние два президента также внесли немалую лепту в увеличение эстетических богатств Академии художеств. Так, сын Александра II, великий князь Владимир Александрович (1847—1909), в 1870 г. пожаловал сюда картины «Лобзание Иуды» («Предательство Иуды Искариотского») Микеланджело Меризи да Караваджо и пейзаж «Вид на мост Святого Анджело и на церковь Святого Петра в Риме» кисти Сильвестра Шедрина, подаренные ему дворянином Александром Базилевским. Тогда же будущий президент передал Академии художеств, которую он возглавлял с 1876 по 1909 г., два полотна пейзажиста Федора Матвеева «Вид озера Неми» и «Вид озера Альбано», пейзаж «Бурное море, арка в окрестностях

Неаполя» Иосифа Ребеля. В настоящее время от его даров в музейном собрании осталась лишь одна копия с «Преображения» итальянца Пьетро ди Христофоро Вануччи Перуджино художника-любителя Екатерины Скрипицыной.

Супруга великого князя Владимира Александровича, великая княгиня Мария Павловна (президент Академии в 1909—1917 гг.), в 1911 г. принесла в дар Академии собственный скульптурный бюст, исполненный итальянским мастером Пьетро Каноника, а затем в 1912 г. — мраморную статую великой княгини Марии Николаевны работы итальянца Пьетро Тенерани, профессора Римской академии Святого Луки.

ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ТАЛАНТЫ СЕМЬИ РОМАНОВЫХ

Важно упомянуть следующий факт: многие члены семьи Романовых сами довольно неплохо рисовали и лепили. Император Петр I на токарном станке вытачивал фигурки из слоновой кости. А Екатерина Великая, помимо резьбы по кости (кстати, в Академии хранились шахматы ее работы) под руководством медальера и резчика по дереву Карла А. Леберехта занималась получением сплавов для изготовления камей, вырезала печати. Но главным ее увлечением была архитектура. Одна из осуществленных ее идей — строительство Камероновой галереи* в Царском Селе в 1784—1787 гг., ставшей воплощенной фантазией на темы античности. Свои личные покои императрица украсила бронзовыми копиями античных статуй,

*Камеронова галерея — галерея, задуманная императрицей Екатериной II для прогулок и философских бесед и осуществленная одним из первых палладианских архитекторов, работавших в России, — Чарлзом Камероном в Царском Селе (прим. ред.).

**Рафаэлевский зал
Академии художеств
в Санкт-Петербурге.
Интерьер.**



отлитых в Академии художеств. При этом использовались формы, присланные из Италии Иваном Шуваловым, а позднее — князем Николаем Юсуповым.

Существует также легенда: Павел I лично участвовал в создании проекта Михайловского замка. Неплохо рисовали и члены его семьи — императрица Мария Федоровна, дочери Александра и Елена, а также будущий император Николай Павлович, уроки которым давал живописец Иван Акимов. Многие юные великие князья и княжны Романовы занимались с известными художниками. Так, дочь императора Николая I Ольгу рисованию обучал воспитанник Академии художеств художник-баталист Александр Зауервейд, а ваянию — русский скульптор итальянского происхождения, монументалист, портретист и педагог Джованни Витали, более известный в России как Иван Витали.

В разное время в Музей Академии художеств передавали многочисленные рисунки, выполненные Романовыми: цесаревичем Павлом Петровичем, великими княжнами Еленой, Екатериной, Марией и Александрой Павловнами, экспонировавшиеся в «зале под литерой М». В 1872 г. по предписанию правления их передали в академическую библиотеку. В том же зале в витрине выставили два медальона из воска — «Голова Минервы» работы великой княгини Александры Павловны и «Портрет Петра Великого» великой княгини Елены Павловны. В настоящее великокняжеские рисунки находятся в Государственном Русском музее.

Между тем в обычаях царской семьи было посещение выставок и приобретение произведений, что являлось не только материальной, но и моральной поддержкой для художников. Известно, что в академических залах на общих выставках некоторые великие княгини охотно показывали еще и собственные произведения. Во время путешествий по Европе представители семьи Романовых непременно посещали мастерские соотечественников. Часто венценосные особы давали разрешение включить картины, акварели и скульптуры из своих собраний в состав различных выставок как внутри страны, так и за ее пределами.

И вот теперь, к 400-летию Дома Романовых развернувшаяся в залах Научно-исследовательского музея Российской академии художеств экспозиция явилась данью уважения представителям российской царской династии и их глубокому увлечению всевозможными видами изящных искусств. Она свидетельствует: для них поддержание развития искусства в стране было не только исполнением долга монарха перед подданными, но шло по велению их сердца и чувств.

*Иллюстрации предоставлены автором
и Научно-исследовательским музеем
Российской академии художеств*

РУССКИЕ ПИСАТЕЛИ И ПУБЛИЦИСТЫ О ЛЕРМОНТОВЕ

Виссарион БЕЛИНСКИЙ,
писатель, критик, публицист, философ.

Из статьи «Герой нашего времени» (1841 г.).

Самые первые произведения Лермонтова были ознаменованы печатью какой-то особенности: они не походили ни на что, являвшееся до Пушкина и после Пушкина. Трудно было выразить словом, что в них было особенного, отличавшего их даже от явлений, которые носили на себе отблеск истинного и замечательного таланта. Тут было все — и самобытная, живая мысль, одушевлявшая обаятельно прекрасную форму, как теплая кровь одушевляет молодой организм и ярким, свежим румянцем проступает на ланитах юной красоты; тут была и какая-то мощь, горделиво владевшая собою и свободно подчинявшая идеи свои; тут была и оригинальность, которая в простоте и естественности открывает собою новые, дотоле невиданные миры и которая есть достояние одних гениев; тут было много чего-то столь индивидуального, столь тесно соединенного с личностью творца, — много такого, что мы не можем иначе охарактеризовать, как назвавши «лермонтовским элементом»... Какой избыток силы, какое разнообразие идей и образов, чувств и картин! Какое сильное слияние энергии и грации, глубины и легкости, возвышенности и простоты! Читая всякую строку, вышедшую из-под пера Лермонтова, будто

слушаешь музыкальные аккорды и в то же время следишь взором за потрясенными струнами, с которых сорваны они рукою невидимою... Тут, кажется, соприступаешь духом таинству мысли, рождающейся из ощущения, как рождается бабочка из некрасивой личинки... Тут нет лишнего слова, не только лишней страницы: все на месте, все необходимо, потому что все пережито прежде, чем сказано, все видно прежде, чем положено на картину... Нет ложных чувств, ошибочных образов, натянутого восторга: все свободно, без усилия, то бурным потоком, то светлым ручьем, излилось на бумагу... Быстрота и разнообразие ощущений покорены единству мысли; волнение и борьба противоположных элементов послушно сливаются в одну гармонию, как разнообразие музыкальных инструментов в оркестре, послушных волшебному жезлу капельмейстера... Но, главное — все это блещет своими, незаимствованными красками, все дышит самобытною и творческою мыслию, все образует новый, дотоле невиданный мир...

Иван ТУРГЕНЕВ,
писатель, член-корреспондент Петербургской АН
с 1860 г.

Из «Литературных и житейских воспоминаний» (1852 г.).

Лермонтова я тоже видел всего два раза: в доме одной знатной петербургской дамы, княгини Ш^{аховск}ой,



Портрет поэта М.Ю. Лермонтова. Художник Сергей Зарянко. 1842 г.
Институт русской литературы РАН. Санкт-Петербург.

и несколько дней спустя на маскараде в Благородном собрании, под новый 1840 год. У княгини Шаховской я, весьма редкий и непривычный посетитель светских вечеров, лишь издали, из уголка, куда я забился, наблюдал за быстро вошедшим в славу поэтом... В наружности Лермонтова было что-то зловещее и трагическое; какой-то сумрачной и недоброй силой, задумчивой презрительностью и страстью веяло от его смуглого лица, от его больших и неподвижно-темных глаз. Их тяжелый взор странно не согласовался с выражением почти детски нежных и выдававшихся губ... Известно, что он до некоторой степени изобразил самого себя в Печорине. Слова «Глаза его не смеялись, когда он смеялся» и т.д. — действительно, применялись к нему... Не было сомнения, что он, следуя тогдашней моде, напустил на себя известного рода байроновский жанр, с примесью других, еще худших капризов и чудачеств. И дорого же он поплатился за них! Внутренне Лермонтов, вероятно, скучал глубоко; он задыхался в тесной сфере, куда его втокнула судьба. На бале дворянского собрания ему не давали покоя, беспрестанно приставали к нему, брали его за руки; одна маска сменялась другою, а он почти не сходил с места и молча слушал их писк, поочередно обращая на них свои сумрачные глаза. Мне тогда же почудилось, что я уловил на лице его прекрасное выражение поэтического творчества...

**Александр ГЕРЦЕН,
писатель, публицист, философ.**

Из статьи «Русская литература: Михаил Лермонтов» (1860 г.).

Рядом с Пушкиным стоит другой поэт — его младший современник... Как и большинство русских дворян, он с юных лет служил в гвардии. Стихотворение, написанное им на смерть Пушкина, повлекло за собою ссылку на Кавказ: Лермонтов так глубоко полюбил тот край, что в известном смысле его можно считать певцом Кавказа.

Жизнь Лермонтова, хотя он обладал полной материальной независимостью — этим редким для поэтов даром судьбы, — была тем не менее сплошной цепью страданий, о чем достаточно красноречиво говорят его стихотворения. Преданный и открытый в дружбе, непоколебимый и бесстрашный в ненависти, он не раз должен был испытать горечь разочарования. Слишком часто отторгали его от друзей истинных, слишком часто предавали его друзья ложные. Выросший в обществе, где невозможно было открыто высказать все, что переполняло его, он был обречен выносить тягчайшую из человеческих пыток — молчать при виде несправедливости и угнетения. С душою, горевшей любовью к прекрасному и свободному, он был вынужден жить в обществе, которое прикрывало свое раболепие и разврат фальшивым блеском показ-



Вид Тифлиса. Картина М.Ю. Лермонтова. 1837 г. Государственный литературный музей. Москва.

ного великолепия. Первая же попытка открыто выразить бурлившее в его душе яростное возмущение — ода на смерть Пушкина — навлекла на него изгнание. Путь активной борьбы для него был закрыт, единственное, чего у него не могли отнять, был его поэтический гений, и теперь, когда душа его переполнялась, он обращался к поэзии, вызывая к жизни полные мучительной боли звуки, патетические мелодии, язвительную сатиру или любовную песнь. Его произведения — это всегда правдивое выражение глубоко пережитого и до конца прочувствованного, всегда внутренняя необходимость, порожденная какой-то особой ситуацией, особым импульсом, что, как заметил Гете, всегда служило отличительным признаком истинной поэзии.

Лермонтов находился под сильнейшим влиянием гения Пушкина, с чьим именем, как мы уже сказа-

ли, связано начало его литературной известности. Но Лермонтов никогда не был подражателем Пушкина. В отличие от Пушкина Лермонтов никогда не искал мира с обществом, в котором ему приходилось жить: он смертельно враждовал с ним — вплоть до дня своей гибели. День 14 декабря 1825 г., который завершил собою период относительно мягкого царствования Александра, допуская некоторые ростки либерализма, и кровавым террором возвестил становление деспотического режима Николая, стал переломным днем в жизни России, в русской литературе. Пушкин в то время находился в зените славы; Лермонтов только вступал в литературу. <...>

Лермонтов принадлежит к числу поэтов, которых принято называть «субъективными». Его произведения отражают прежде всего его собственный внутренний мир — его радости и печали, его надежды и



**Военно-Грузинская дорога
близ Мцхеты
(Кавказский вид с саклей).
Картина М.Ю. Лермонтова.
1837 г. Институт
русской литературы РАН.
Санкт-Петербург.**



**Воспоминания о Кавказе.
Картина М.Ю. Лермонтова.
1838 г. Институт
русской литературы РАН.
Санкт-Петербург.**



Единственный портрет Лермонтова в профиль. Рисунок Дмитрия Палена. 1840 г. Институт русской литературы РАН. Санкт-Петербург.

разочарования. Герои Лермонтова — часть его самого; его стихотворения — самая полная его биография. Все это отнюдь не следует понимать в том смысле, что он был лишен качеств объективного поэта. Ничего подобного. Многие его произведения — «Песня про царя Ивана Васильевича, молодого опричника и удалого купца Калашникова», например, — доказывают, что он в полной мере обладал умением создавать характеры, никак не подсказанные его собственным. Но он принадлежал к тем натурам, в чьих сердцах все струны, связывающие их с эпохой, звучат с такой неистовой силой, что их творческий гений никогда не может полностью освободиться от личных переживаний, впечатлений, раздумий.

Подобные натуры обычно появляются в периоды упадка устоявшихся форм общественной жизни, в переходное время, когда в обществе господствует скептицизм и нравственное разложение. Кажется, что в такие времена в них одних находят убежище чистейшие идеалы человечества; только их устами они провозглашаются. Они клеймят пороки общества, обнажая свои собственные раны, ошибки и внутреннюю борьбу, и в то же время они искупают и исцеляют этот прогнивший мир, раскрывая красоту и совершенство человеческой природы, в тайны которой может проникнуть только гений. В их творчестве слиты воедино эпос и лирика, действие и размышление, повествование и сатира. Барбье и более всего Байрон представляют этот тип поэта; оба они, как и Пушкин, оказали на Лермонтова немалое влияние... Но влияния эти ни в малейшей степени не подавили его самобытности, скорее, напротив, они лишь усилили и отточили ее.

Что, однако, особенно примечательно в творчестве Лермонтова — это реализм, который... составляет, пожалуй, наиболее характерную черту русской литературы вообще... Лермонтов, куда бы он ни обращал мысль, всегда остается на твердой почве реальности, и этому-то мы и обязаны исключительной точности, свежести и правдивости его эпических поэм, равно как и беспощадной искренности его лирики, которая всегда есть правдивое зеркало его души.

Федор ДОСТОЕВСКИЙ,
писатель, мыслитель, член-корреспондент
Петербургской АН с 1877 г.

Из книги «Записки о русской литературе» (1861 г.).

Сколько он написал нам превосходных стихов... Он проклинал и мучился, и вправду мучился. Он мстил и прощал, он писал и хохотал — был великодушен и смешон. Он любил нашептывать странные сказки заснувшей молодой девочке и смущал ее девственную кровь, и рисовал перед ней странные видения, о которых еще ей не следовало бы грезить, особенно при таком высоко нравственном воспитании, которое она получила. Он рассказывал нам свою жизнь, свои любовные проделки: вообще он нас как будто мистифицировал; не то говорит серьезно, не то смеется над нами. Наши чиновники знали его наизусть, и вдруг все начинали корчить Мефистофелей, только что выйдут, бывало, из департамента. Мы не соглашались с ним иногда, нам становилось и тяжело, и досадно, и грустно, и жаль кого-то, и злоба брала нас. Наконец ему наскучило с нами; он нигде и ни с кем не мог ужиться; он проклял нас, и осмеял «насмешкой горькою обманутого сына над промотавшимся отцом», и улетел от нас... Мы дол-



Место дуэли М.Ю. Лермонтова в Пятигорске.



Место первоначального захоронения М.Ю. Лермонтова в Пятигорске.

го следили за ним, но наконец он где-то погиб — бесцельно, капризно и даже смешно. Но мы не смеялись...

**Владимир СОЛЛОГУБ,
писатель.**

Из книги «Воспоминания» (1887 г.).

Смерть Пушкина возвестила России о появлении нового поэта — Лермонтова. С Лермонтовым я сблизился у Карамзиных и был в одно время с ним сотрудником «Отечественных записок»... Я всегда считал и считаю себя не литератором *ex professo*, а любителем, прикомандированным к русской литературе по поводу дружеских сношений. Впрочем, и Лермонтов, несмотря на громадное его дарование, почитал себя не чем иным, как любителем, и, так сказать, шалил литературой. Смерть Лермонтова, по моему убеждению, была не меньшею утратою для русской словесности, чем смерть Пушкина и Гоголя. В нем выказывались с каждым днем новые залогов необыкновенной будущности: чувство становилось глубже, форма яснее, пластичнее, язык самобытнее. Он рос по часам, начал учиться, сравнивать. В нем следует оплакивать не столько того, кого мы знаем, сколько того, кого мы могли бы знать. Послед-

нее наше свидание мне очень памятно. Это было в 1841 году: он уезжал на Кавказ и приехал ко мне проститься. «Однако ж, — сказал он мне, — я чувствую, что во мне действительно есть талант. Я думаю серьезно посвятить себя литературе. Вернусь с Кавказа, выйду в отставку, и тогда давай вместе издавать журнал». Он уехал в ночь. Вскоре он был убит. <...>

Настоящим художникам нет еще места, нет еще обширной сферы в русской жизни. И Пушкин, и Гоголь, и Лермонтов, и Глинка, и Брюллов были жертвами этой горькой истины. <...>

Лермонтов, с которым я находился с детства в самых товарищеских отношениях..., как все люди, живущие воображением, и в особенности в то время, жаждал ссылки, притеснений, страданий, что, впрочем, не мешало ему веселиться и танцевать до упаду на всех балах... <...>

Лермонтов, одаренный большими самородными способностями к живописи, как и к поэзии, любил чертить пером и даже кистью вид разъяренного моря, из-за которого подымалась оконечность Александровской колонны с венчающим ее ангелом. В таком изображении отзывалась его безотрадная, жаждущая горя фантазия.



**Государственный
Лермонтовский
музей-заповедник «Тарханы».**
Пензенская область.

Валерий БРЮСОВ,
поэт, прозаик, драматург, переводчик, литературовед.

Из статьи «Оклеветанный стих» (1903 г.).

Лермонтов был поэтом для себя самого. В этом существенное отличие лермонтовской поэзии от пушкинской... Лермонтову было важно только уяснить самому себе свое чувство. Пушкин работал над стихами, делал их. Часто он сначала писал прозой содержание задуманной вещи, потом перелагал эту прозу в грубые стихи — иногда без рифм и размера, — потом улучшал их, исправлял. Каждая переделка была у Пушкина совершенствованием. У Лермонтова стихи выходили из головы уже законченными. Его варианты и первые и позднейшие равнопрекрасны и равноценны. Он не работал, а только выражал. Он вовсе не был стихотворцем, а только поэтом...

Владислав ХОДАСЕВИЧ,
поэт, мемуарист, историк литературы.

Из статьи «Фрагменты о Лермонтове» (1914 г.).

Лермонтовские герои, истерзанные собственными страстями, ищущие бурь и самому раскаянию предающиеся, как новой страсти, упорно не хотят быть только людьми. Они «хотят их превзойти в добре и зле» — и, уж во всяком случае, превосходят в страдании. Чтобы страдать так, как страдает Демон, надо быть Демоном...

Поэзия Лермонтова — поэзия страдающей совести. Его спор с небом — попытка переложить ответственность с себя, соблазненного миром, на Того, кто этот

соблазнительный мир создал, кто «изобрел» его мучения.

В послелермонтовской литературе вопросы совести сделались мотивом преобладающим, особенно в прозе: потому, может быть, что она дает больше простора для пристальных психологических изысканий. И в этом смысле можно сказать, что первая русская проза — «Герой нашего времени», в то время как «Повести Белкина», при всей их гениальности, есть до известной степени еще только проза французская.

Лермонтов первый открыто подошел к вопросу о добре и зле не только как художник, но и как человек, первый потребовал разрешения этого вопроса как неотложной для каждого и насущной необходимости жизненной — сделал дело поэзии делом совести. Может быть, он предчувствовал, какой пламенный отклик найдет впоследствии его зов, когда говорил о себе, что он, Лермонтов, дал первый толчок тому движению, которое впоследствии благодаря Гоголю, Достоевскому и Толстому сделало русскую литературу литературой исповеди, вознесло на высоту недостижимую, сделало искусством подлинно религиозным.

Но и еще в одном отношении литература русская глубоко перед ним обязана: он жизнью своей создал для нас великий образец художника. Уходя от суда людского и не допуская людей присутствовать при последнем суде, Божьем, — как человек он, быть может, был прав, быть может, — нет. Этот вопрос разрешен тем же приговором, которого мы не знаем. Но



Памятник М.Ю. Лермонтову
в Тарханах.
Скульптор Олег Комов. 1985 г.

как художник он был несомненно прав. Неизбежная спутница художественного творчества — тайна.

Алексей ТОЛСТОЙ,
писатель и общественный деятель, академик АН СССР
с 1939 г.

Речь на торжественном заседании памяти М.Ю. Лермонтова (15 октября 1939 г.).

...Лермонтов-прозаик — это чудо, это то, к чему мы сейчас, через сто лет, должны стремиться, должны изучать лермонтовскую прозу, должны воспринимать ее как истоки великой русской прозаической литературы...

Лермонтов в «Герое нашего времени», в пяти повестях: «Бэла», «Максим Максимыч», «Тамань», «Княжна Мери» и «Фаталист», связанных единым внутренним сюжетом — раскрытием образа Печорина, героя времени, продукта страшной эпохи, опустошенного, жестокого, ненужного человека, со скукой проходящего среди величественной природы и простых, прекрасных, чистых сердцем людей, — Лермонтов в пяти этих повестях раскрывает перед нами совершенство реального, мудрого, высокого по стилю и восхитительно благоуханного искусства.

Читаешь и чувствуешь: здесь все — не больше и не меньше того, что нужно и как можно сказать. Это глубоко и человечно. Эту прозу мог создать только русский язык, вызванный гением к высшему творчеству. Из этой прозы — и Тургенев, и Гончаров, и Достоевский, и Лев Толстой, и Чехов. Вся великая река

русского романа растекается из этого прозрачного источника, зачатого на снежных вершинах Кавказа.

Анна АХМАТОВА,
поэт, литературный критик, переводчик.

Из очерка «Все было подвластно ему» (1964 г.).

Он подражал в стихах Пушкину и Байрону и вдруг начал писать нечто такое, где он никому не подражал, зато всем уже целый век хочется подражать ему. Но совершенно очевидно, что это невозможно, ибо он владеет тем, что у актера называют «сотой интонацией». Слово слушается его, как змея заклинателя: от почти площадной эпиграммы до молитвы. Слова, сказанные им о влюбленности, не имеют себе равных ни в какой из поэзий мира.

Это так неожиданно, так просто и так бездонно...

Я уже не говорю о его прозе. Здесь он обогнал самого себя на сто лет и в каждой вещи разрушает миф о том, что проза — достояние лишь зрелого возраста. И даже то, что принято считать недоступным для больших лириков — театр, — ему было подвластно...

До сих пор не только могила, но и место его гибели полны памяти о нем. Кажется, что над Кавказом витает его дух, перекликаясь с духом другого великого поэта: «Здесь Пушкина изгнание началось и Лермонтова кончилось изгнание...».

*Иллюстрации из архива
редакции журнала «Наука в России»*

ОТ КЁНИГСБЕРГА ДО КАЛИНИНГРАДА



Александр МАКАРЫЧЕВ,
Калининградский областной историко-художественный музей

В 1946 г. на северных землях немецкой провинции Восточная Пруссия, отошедших к СССР по итогам Второй мировой войны 1939–1945 гг., была образована Калининградская область. В настоящее время она является в нашем государстве самой западной и маленькой по площади, а также единственным полуэксклавом: у этого региона есть выход к Балтике, т.е. морская граница с Россией, но нет сухопутной, поскольку он отделен от метрополии территориями Литвы и Беларуси.

Королевские ворота, отреставрированные к 750-летию юбилею города. 2005 г.



Кафедральный собор.

История человеческого общества в пределах нынешней Калининградской области началась около 10 тыс. лет назад, когда шло таяние ледника, постепенно отступавшего к Арктике и оставлявшего после себя заболоченную почву, массу богатых рыбой озер и геологических нагромождений. Вслед за ним сюда пришли лесные охотники, строившие жилища на сваях, — так можно было спастись от диких зверей и к тому же прямо с порога с помощью костяных гарпунов ловить рыбу.

На исходе III тыс. до н.э. здесь появились носители культуры шнуrowой керамики. Так археологи называют группу индоевропейских племен, имевших ряд общих признаков, в частности традицию украшать глиняную посуду орнаментом в виде отпечатков шнура. Кроме того, именно с представителями этих народов связано широкое распространение на просторах Евразии обычая погребения в кургане*, символизовавшего в их сознании вечную жизнь, взаимосвязь земного и потустороннего состояний души.

Первые письменные сведения о коренных обитателях юго-восточной Прибалтики содержатся в трудах римского историка Корнелия Тацита (конец I в.): «Они редко пользуются железным оружием, часто же дубинами. Над хлебом и другими плодами земли они трудятся с большим терпением, чем это соответствует обычной лености германцев. Они также обыскивают и море, и одни из всех на его отмелях и даже на самом берегу собирают янтарь...». Кстати, здешний «солнечный самоцвет» и сегодня — главное природное богат-

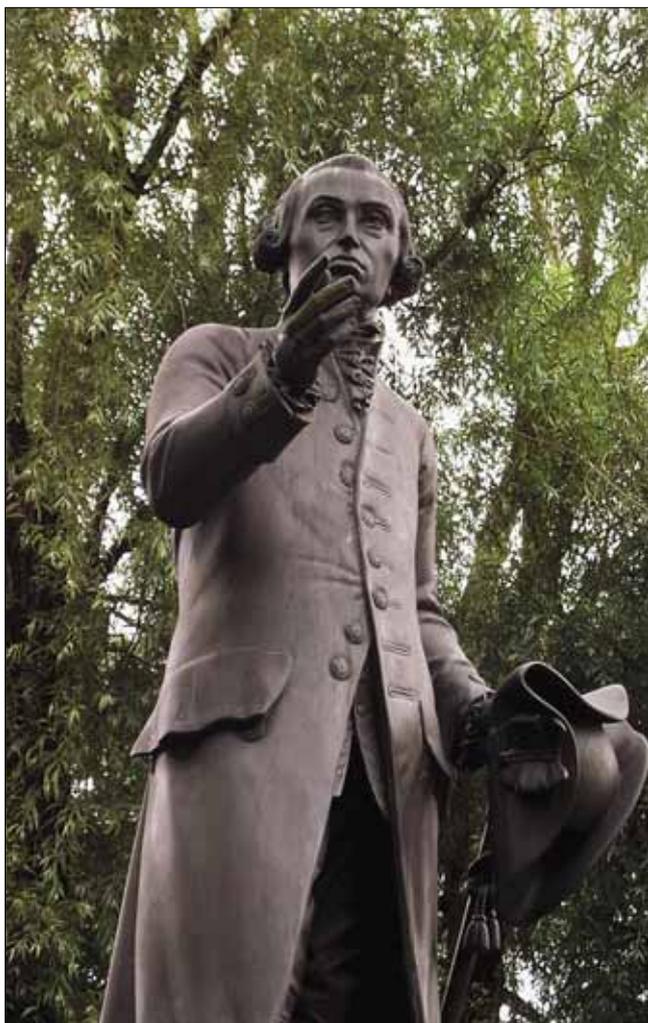
ство Калининградской области, располагающей более чем 90% его разведанных мировых запасов.

В VI–VIII вв. население края выращивало овес, ячмень, пшеницу, рожь, лен, занималось огородничеством, бортничеством, рыбной ловлей, охотой на пушного зверя, чаще всего на черную куницу и бобра. Основой социума были общины, объединявшиеся в волости (их административными центрами, вероятно, служили укрепленные поселения), а они, в свою очередь, группировались в территориальные единицы — земли. В верованиях местных жителей большую роль играли представления о загробной жизни, связанные с погребальным культом (местами его отправления являлись священные рощи), главное же место в пантеоне занимал Окопирмс — бог неба и земли, вседержитель.

К концу XII в. католическая церковь избрала юго-восточную Прибалтику, в том числе Пруссию (как тогда в Европе уже называли регион, часть которого сейчас занимает Калининградская область), объектом христианизации. Туда отправилось войско Тевтонского ордена — германской военно-монашеской организации, имевшей задачи защищать немецких рыцарей и бороться с врагами истинной веры. В 1255 г., во время пятого крестового похода в эти земли, возглавлявший его чешский король Оттокар II Пржемысл основал у слияния двух рукавов реки Прегель, на месте укрепления Твангсте, замок Кёнигсберг.

Вскоре вокруг сформировались поселения Алтштадт, Лебенихт и Кнайпхоф, выросли ратуши, церкви, жилые дома. А в 1380 г. было закончено строительство грандиозного Кафедрального собора, самого значительного в области архитектурного сооружения того времени, поражающего монументальностью кир-

*См.: С. Корневский. Раскрывая тайны курганов. — Наука в России, 2014, № 2 (прим. ред.).



**Памятник герцогу Альбрехту Бранденбургскому.
Скульптор Иоганн Фридрих Ройш. 1891 г.**

**Памятник Иммануилу Канту.
Скульптор Христиан Раух. 1864 г.
(Восстановлен в 1992 г.).**

пичной готики и красотой интерьера. В сложившемся тогда в Пруссии орденском государстве во главе с великим магистром постепенно формировалась система землевладения, основанного на власти крупных помещиков (юнкеров), успешно развивалось сельское хозяйство — садоводство, пчеловодство, а также животноводство, особо поощряемое властями.

Однако после поражения тевтонских рыцарей в Грюнвальдской битве 1410 г. (в ходе Великой войны 1409–1411 гг., которую они вели с Литвой и Польшей, поддержанными русскими княжествами) начался закат могущества орденского государства. Впрочем, его вооруженные столкновения с соседями продолжались, и точку в них поставил лишь заключенный в 1525 г. польским королем и великим магистром Альбрехтом Бранденбургским Краковский мир. Согласно этому документу в Пруссии устанавливалась верховная секулярная (светская) наследственная власть по мужской линии.

Чтобы возродить разоренную войнами экономику края, Альбрехт, получивший титул герцога, активно

привлекал сюда шотландских, силезских, богемских купцов и ремесленников, поощрял развитие науки, культуры, образования и просвещения. По его инициативе в 1544 г. был учрежден Кёнигсбергский университет (первый на нынешней территории России), устроенный по образцу других немецких: он обладал правом на самоуправление и собственной юрисдикцией, имел три «высших» факультета — богословский, юридический, медицинский, и «низший» — философский. К тому же профессора Альбертины, как нередко называли это учебное заведение в честь его основателя, получили материальные льготы, а студентов, не имевших достаточных средств к существованию, но выказавших талант, усердие и добропорядочность, обеспечивали бесплатным питанием.

Интересная страница в истории Кёнигсберга XVII в. — визит в 1697–1698 гг. царя Петра I в составе Велико-го посольства. Пруссия стала первым суверенным государством, где побывал московский монарх, и именно ей было суждено стать мостом между нашей страной и Европой. Высокого гостя поселили не в

Кирха в честь королевы Луизы.

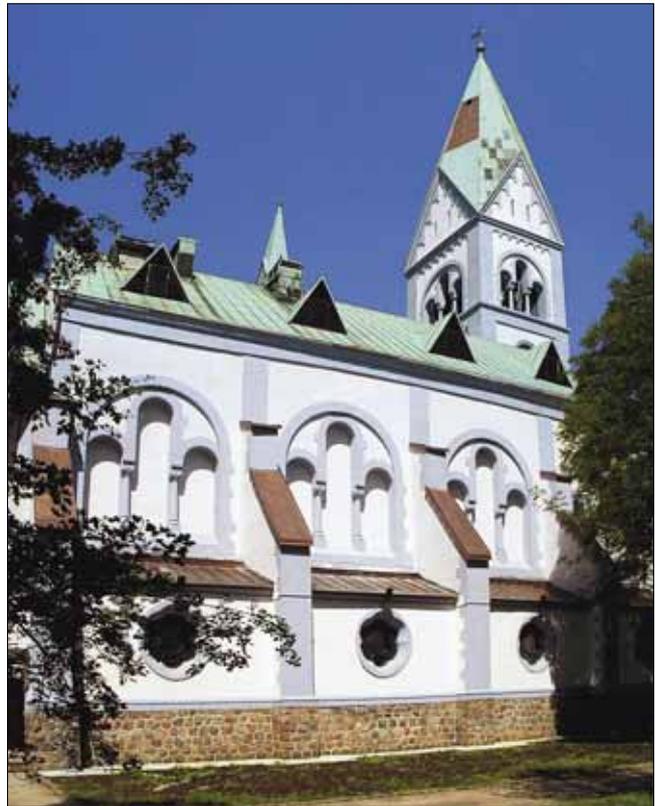
замке, а, соблюдая его инкогнито, в одном из частных домов. Под руководством главного инженера здешних крепостей полковника Штейтнера фон Штернфельда он совершенствовал навыки в артиллерийской стрельбе и в результате получил соответствующий аттестат: «московский кавалер, именем Петр Михайлов... к общему изумлению, такие оказал успехи и такие приобрел сведения, что везде за исправного, осторожного, благоискусного, мужественного и бесстрашного огнестрельного мастера и художника признаваем и почитаем быть может».

В 1711 г. Петр I прибыл в Пруссию (в 1701 г. провозглашенную королевством) с женой Екатериной. В Кёнигсберге он посетил Московский зал здешнего замка, канцелярию, архив и библиотеку, где познакомился с Радзивилловской летописью — древнерусским литературным памятником предположительно начала XIII в. (сохранился в списках XV в.), названным так по имени владевшего им в XVII в. полководца Великого княжества Литовского Януша Радзивилла. Царь заказал копию с раритета, и в 1713 г. она была изготовлена.

В 1724 г. состоялось торжественное объединение замка Кёнигсберг и Альтштадта, Кнайпхофа, Лебенихта в королевскую резиденцию — столицу Восточной Пруссии, названную Кёнигсберг (ныне Калининград). Знаменателен для города тот год и тем, что тогда здесь родился один из самых выдающихся мыслителей XVIII в., родоначальник немецкой классической философии Иммануил Кант. В 1740 г. он поступил в Кёнигсбергский университет, а через 15 лет вернулся туда преподавателем, навсегда связав жизнь со своей *alma mater*.

По причине слабого здоровья Кант выработал для себя строгий режим, неукоснительно его придерживался и верил, что силой духа и индивидуальной гигиенической системой можно преодолеть недуги. Не случайно каждое утро, в 5 ч, его слуга, старый солдат, будил хозяина восклицанием «Пора!», и строго по расписанию начиналась подготовка к лекциям, затем следовали занятия со студентами, письменное фиксирование мыслей, обед, гости, чтение книг, прогулка и ровно в 22 ч отход ко сну. Такой распорядок помогал философу плодотворно трудиться, весело отдыхать и развлекаться, проводить время за чашкой кофе или бокалом доброго вина, играть в бильярд или карты, сочетая глубокую ученость со светским лоском. Скончался великий мыслитель в 1804 г. в родном городе и похоронен возле Кафедрального собора.

В XVIII в., богатом на творческие дарования, Восточная Пруссия подарила миру также двух писателей. В начале 2014 г. Калининградская область торжественно отметила 300-летие со дня рождения основоположника литовской национальной художественной литературы Кристионаса Донелайтиса. Будучи, как и Кант, выпускником Альбертины, он в молодые годы преподавал детям музыку в городе Шталлупе-



нен (ныне Нестеров), а с 1743 г. вплоть до кончины в 1780 г. служил пастором в деревне Тольминкемис (поселок Чистые Пруды), где написал немало произведений, в том числе поэму «Времена года», вошедшую в золотой фонд мировой литературы.

Кёнигсберг — родина замечательного писателя, композитора и художника Эрнста Теодора Гофмана (1776–1822). Здесь он слушал лекции Канта во время учебы в университете, по его окончании работал следователем, затем уехал в Дрезден, потом в Берлин, где поступил на государственную службу, но не оставлял интенсивную творческую работу. Причем впечатления молодости ярчайшего представителя романтической школы нашли отражение в его творениях. Так, в повести «Золотой горшок: сказка из новых времен» (1814–1819 гг.) мы узнаем библиотеку Кафедрального собора, где он занимался, будучи студентом Альбертины. Высоко ценил дарование Гофмана русский критик и публицист Виссарион Белинский, называя его «одним из величайших немецких поэтов, живописцем внутреннего мира».

В 1757 г., в ходе Семилетней войны*, русские войска оккупировали Восточную Пруссию, и ее граждане

*Семилетняя война 1756–1763 гг. — одна из самых масштабных в мировой истории (в ней столкнулись колониальные интересы Великобритании, Франции и Испании). Боевые действия шли в Европе, Северной Америке, странах Карибского бассейна, Индии, на Филиппинах (прим. ред.).

**Брандербургские ворота.**

присягнули императрице Елизавете Петровне, получив такие права, свободы и льготы, каких не имели жители других губерний империи. Примечательно, что в 1760–1761 гг. губернатором новой провинции был влиятельный сановник, член военной коллегии Василий Суворов (отец великого полководца Александра Суворова*), деятельность которого на этом посту, пожалуй, была значительно эффективнее, чем у его предшественников и преемников, в частности в отношении увеличения доходов в казну.

Не обошли стороной «янтарный край» и наполеоновские войны 1806–1815 гг. В 1807 г. здесь состоялось одно из самых кровопролитных сражений тех лет — битва при Прейсиш-Эйлау прусско-русской и французской армий, в итоге которой сначала наша, а затем и неприятельская, обессиленные ожесточенной схваткой, отошли в свои тылы. Между тем Пруссии пришлось подписать с Парижем крайне тяжелый для нее Тильзитский мир, и лишь в 1813 г. здешняя территория была освобождена от вражеских войск. С началом мирной жизни в регионе начала развиваться индустрия отдыха — в 1816 г. в поселке Кранц (ныне Зеленоградск) открылся первый морской курорт.

Между тем полученный Пруссией в войне горький опыт показал важность защиты своих рубежей. В 1843–1859 гг. в Кёнигсберге были построены казармы «Кронпринц» и 15-километровый вальный оборони-

тельный обвод — окружившее город кольцо фортификационных сооружений. Значительная часть этой укрепленной линии стоит и по сей день, прежде всего шесть ворот — Закхаймские, Королевские, Россгартенские, Аусфальские, Бранденбургские, Фридландские, а также башни «Врангель» и «Дона» (в последней с 1979 г. находится Музей янтаря).

В 1870–1875 гг. столицу Восточной Пруссии украсило здание фондовой биржи (ныне Областной центр культуры молодежи), построенное по проекту Генриха Миллера в стиле итальянского неоренессанса с элементами классицизма*. Оно сильно пострадало во время Второй мировой войны 1939–1945 гг. и в 1967 г. было восстановлено. К счастью, сохранились стоящие у главного входа фигуры львов, держащих щиты с изображениями гербов местного купечества (скульптор Эмиль Хундризер). Яркой достопримечательностью Кёнигсберга стала и мемориальная кирха в честь королевы Луизы, напоминающая замок-крепость (1901 г., архитектор Фридрих Хайтманн), где с 1976 г. располагается Областной театр кукол.

В 1871 г. Восточная Пруссия, как и другие немецкие провинции, стала частью образованной тогда Германской империи и в таком статусе встретила Первую мировую войну 1914–1918 гг., 100 лет с начала которой исполняется в 2014 г. Подчеркнем: Калининградская область, как теперь именуется северная часть этого региона, — единственная на нынешней

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

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



Башня Врангеля.

территории нашей страны, где в то время проходили боевые действия.

В глобальный вооруженный конфликт, один из крупнейших в мировой истории, Россия вступила на стороне Антанты (в коалиции с Великобританией, Францией и др.) против Четверного союза (Германия, Австро-Венгрия, Турция, Болгария), сковав около половины сил противника и содействуя тем самым победе союзников. 17 августа 1914 г., спасая от разгрома Францию, наши войска перешли границу Восточной Пруссии. На следующий день у города Шталлупенен (ныне Нестеров) 1-я армия генерала Павла Ренненкампа дала бой неприятелю и одержала победу, а вскоре при Гумбиннене (Гусев) нанесла тяжелое поражение 8-й германской армии генерала Максимилиана фон Притвица, в результате посчитавшего целесообразным оставить Восточную Пруссию.

Однако руководство Германии приняло решение во что бы то ни стало удержать этот регион: вместо фон Притвица назначило командующим 8-й армии генерала Пауля фон Гинденбурга, начальником штаба — генерала Эриха Людендорфа и организовало срочную переброску сюда из Франции двух армейских корпусов и кавалерийской дивизии. Между тем в середине августа в Пруссию вступила русская 2-я армия, возглавляемая генералом от кавалерии Александром Самсоновым. И именно по ней, собрав свои главные силы благодаря развитой сети здешних железных дорог, противник нанес сокрушительный удар.

Выполняя приказ штаба Северо-Западного фронта, Самсонов направил во вражеский тыл свою армию, чтобы «взять в клещи» неприятеля, отступавшего, как предполагалось, после поражения, нанесенного ему под Гумбинненом. Однако на самом деле Гинденбург и Людендорф готовились к ее разгрому, что вскоре и осуществили. 27 августа немцы смяли наш левый фланг, попытка же русского командования ответить на их действия контрнаступлением не удалась — силы солдат были на исходе. Поняв, насколько катастрофично сложившееся положение, Самсонов отдал приказ отступить, но и это уже сделать было поздно: центральные корпуса армии к тому времени оказались в окружении.

Успеху противника способствовали многие обстоятельства: когда начался бой, штаб 2-й армии дислоцировался намного южнее ее ударных соединений, не имея возможности руководить событиями, телеграфная связь работала неисправно, и неприятель часто перехватывал важные сообщения. К тому же преследование и разведка маршрутов отхода корпусов фон Притвица после их поражения под Гумбинненом налажены не были; наконец, командование русского Северо-Западного фронта не сделало поправки на усталость частей Самсонова, непрерывно участвовавших в боях. Сам командующий 2-й армией погиб, предположительно застрелился.

Потрясающую картину последних минут жизни генерала, отвечающую версии о его самоубийстве,



Башня Дона
(ныне Музей янтаря).

показал в исторической эпопее «Красное колесо» писатель, академик РАН Александр Солженицын: «Привалюсь к стволу, Самсонов постоял и послушал шум леса... Все легче и легче становилось ему. Прослужил он долгую военную службу, обрекал себя опасностям и смерти, попадал под нее и готов был к ней — и никогда не знал, что так это просто, такое облегчение.

Только вот почисляется грехом самоубийство.

Револьвер его охотно, с тихим шорохом, перешел на боевой взвод. В опрокинутую фуражку наземь Самсонов его положил. Снял шашку, поцеловал ее. Нащупал, поцеловал медальон жены... Потом простонал вслух, не стесняясь, как всякое умирающее лесное:

— Господи! Если можешь — прости меня и прими меня. Ты видишь: ничего я не мог и ничего не могу».

В середине сентября, одновременно с разгромом противником центральных корпусов 2-й армии (ее остатки отступили на исходные позиции), 1-я армия покинула театр боевых действий и отошла на нашу территорию. В итоге исход военной операции, вошедшей в отечественную историографию как Восточно-Прусская 1914 г., оказался для России неудачным. Однако эта кампания имела важные стратегические результаты: перебросив сюда войска из Франции, германский блок ослабил свою группировку в Западной Европе, что привело к его поражению в битве на реке Марне — войска союзников остановили продвижение немцев к Парижу.

Примечательно, что в боях на территории Восточной Пруссии участвовали представители дома Романовых: великие князья Иоанн, Олег, Гавриил и Игорь Константиновичи, Дмитрий Павлович, а Великая княгиня Мария Павловна работала в лазарете Инстербурга (ныне Черняховск Калининградской области),

о чем впоследствии написала в мемуарах. «Первые дни нашего пребывания в Инстербурге прошли относительно спокойно, — вспоминала она. — Время от времени мы слышали вдалеке приглушенные звуки орудийного обстрела, иногда они приближались, становились более различимыми. Пехотные полки в запыленных сапогах с песнями следовали из города, эскадроны кавалерии, автомобили, обозы постепенно двигались в сторону канонады.

Дмитрий находился в Инстербурге, будучи офицером связи при штабе Ренненкампа... За небольшими исключениями все шло успешно и весьма обнадеживало. Армия хорошо снабжалась провиантом, было более чем достаточно боевой техники, боеприпасов. Все казалось довольными и взаимоотношения были отмечены той особой сердечностью, которая возникает, когда каждый прилагает все силы для решения общей задачи и готов пожертвовать жизнью во имя долга».

Через три десятилетия после описываемых событий территория современной Калининградской области снова стала ареной сражений — здесь прошли ожесточенные бои Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. Преследуя отступавшего противника на западном направлении и войдя в пределы Восточной Пруссии, советские войска выполняли задачу по окружению и разгрому вражеской группировки, защищавшей Кёнигсберг. «На третий день штурма, — рассказывал на допросе комендант генерал вермахта Отто фон Ляш, — русские в отдельных местах прорвались к центру города, где находился и я со своим штабом. Положение в городе становилось исключительно тяжелым. В результате обстрела артиллерии, минометов и налетов бомбардировочной авиации возникали большие пожары. Город был разрушен, убежища повреждены.



Экспозиция Музея янтаря.

Внутренний транспорт перестал работать. Прекратился подвоз боеприпасов. Радио- и телефонная связь были прерваны. Войска понесли большие потери. Моральное состояние войск ухудшалось с каждым часом. Гражданское население и иностранные рабочие поднимали белые флаги, не желая того, чтобы мы оказывали сопротивление. Чем больше сокращался фронт, тем больше оказывались все эти трудности. Запасы продовольствия и боеприпасов были уничтожены. Разрушения в городе были настолько велики, что невозможно было не только передвигаться, но и ориентироваться».

9 апреля 1945 г. командование немецкого гарнизона приняло решение о безоговорочной капитуляции, хотя на косе Фрише-Нерунг (ныне Балтийской — узкой полоске суши, отделяющей Калининградский залив от Балтийского моря) бои длились до 8 мая. Так закончился 700-летний период существования Восточной Пруссии и родилась новая область России — Калининградская.

Иллюстрации предоставлены автором

БЫЛИ И ЛЕГЕНДЫ ОСТОЖЕНКИ

Ольга БАЗАНОВА,
обозреватель журнала «Наука в России»

В конце 2013 г. Музей Москвы начал реализацию крупного проекта — подготовку и проведение цикла выставок, рассказывающих о районах столицы.

Первая из них — «Остожье. Исторический аспект», с помощью фотографий, документов, печатных изданий конца XIX — начала XX в., предметов мебели, костюмов и т.д. знакомит нас с прошлым одного из живописнейших уголков в центре города — улицы Остоженки и близлежащих переулков.

В подготовке экспозиции участвовали Департамент культурного наследия города, государственные музеи — А.С. Пушкина, Л.Н. Толстого и музыкальной культуры им. М.И. Глинки, Государственный архив РФ, Главное архивное управление Москвы, Центр оперного пения Галины Вишневской, фонд «Московское время».

Неподалеку от Кремля, на берегу Москвы-реки, в принадлежавшей митрополиту Алексию местности с заливными лугами, радовавшимися глаз тучными стогами сена (ее так и называли — Стожье, а впоследствии Остожье), в 1360 г. был основан Алексеевский монастырь*, первый женский в столице. В 1547 г. все здешние постройки уничтожил пожар и правивший тогда царь Иван IV выделил бесприютной общине участок земли, где сейчас стоит храм Христа Спасителя. Часть же сестер, желая возродить древ-

*См.: Л. Беляев. Из глубины веков. — Наука в России, 2010, № 6 (прим. ред.).

нюю святыню, осталась на пепелище, и в 1584 г. государь Федор Иоаннович распорядился восстановить там обитель, которая существует поныне и именуется Зачатьевской.

В ту пору на месте современной улицы Остоженки проходила дорога из Владимиро-Суздальской Руси в Киевскую, продолжавшаяся Крымским бродом через Москву-реку (сегодня тут стоит одноименный мост, построенный в 1938 г.), прозванным так по двору посланников крымского хана, находившемуся на противоположном от Кремля берегу. В XVII в. в Остожье появились речные склады, небогатые жилые дома, а в



Особняк Еропкина (ныне главный корпус Московского государственного лингвистического университета).

**Зачатьевский монастырь.
Надвратная церковь Образа Нерукотворного Спаса.**

следующем столетии начала селиться и знать. Но особенно активно сооружение городских усадеб развернулось здесь после пожара, бушевавшего в Москве во время Отечественной войны 1812 года.

Очередной «всплеск» интереса застройщиков к тихому уголку Первопрестольной пришелся на конец XIX — начало XX в.: в 1883 г. «в благодарность Богу и павшим в 1812 году» вблизи Остоженки был воздвигнут грандиозный храм Христа Спасителя, ставший центром церковной, культурной и общественной жизни Москвы. И вскоре на этой улице, оказавшейся весьма притягательной для желавших поселиться близ него, выросло немало частных и многоквартирных домов. Они украшают город по сей день и вместе с зданиями более ранней постройки составляют разноликую замысловатую мозаику — яркую иллюстрацию к рассказу о прошлом нашей столицы.

В основе экспозиции «Остожье. Исторический аспект», развернутой в конце 2013 г. в Провиантских магазинах (Музей Москвы)*, — жизнь района в конце XIX — начале XX в. Как он выглядел в то время, помогают узнать фотографии увлеченного краеведа, благотворителя, члена Императорского археологического общества Эмиля Готье-Дюфайе, вошедшие в коллекцию фонда «Московское время». Открывают выставку 50 снимков из его собрания, сделанных в 1913–1914 гг., — своеобразные окна в прошлое, через которые можно в подробностях рассмотреть церкви, особняки, доходные дома. Многие из них стоят и сейчас, а от других осталось только воспоминание...

Начнем прогулку по Остожью со знакомства с самыми старинными его памятниками — сохранившимися до наших дней сооружениями конца XVII в. Возведенные из красного керамического кирпича и от-

деланные искусной белокаменной резьбой, согласно традициям распространенного тогда в отечественном зодчестве нарышкинского стиля*, они представляют собой очень нарядное, праздничное зрелище. Это Красные палаты, построенные боярином Борисом Юшковым — дядькой царевича Ивана Алексеевича (брата и соправителя будущего императора Петра I), и украшенная небольшими башенками ограда Зачатьевского монастыря с надвратной церковью образа Спаса Нерукотворного.

В 1925 г. обитель была закрыта (возрождена в 1991 г.), но некоторые ее святыни, в том числе чудотворный образ Божией Матери «Милостивая», сохранили, перенесены в расположенную неподалеку церковь Пророка Божия Илии (2-й Обыденский переулок). Первое ее здание, деревянное, как гласит предание, построил некий князь, попавший тут в сильную бурю и давший обет воздвигнуть храм в случае спасения от разгула стихии. Надо сказать, легенда не лишена оснований: культовые сооружения, посвященные одному из величайших пророков, издавна строили именно там, где в языческие времена были капища Перуна — повелителя грозы и молнии. Ведь по народным поверьям, раскаты грома означают грохот разезжающей по небу огненной колесницы Илии, сражающегося с бесами.

В 1706 г. на средства думного дьяка Гавриила Деревнина и его брата Василия на месте пришедшего в упадок деревянного храма по проекту архитектора Ивана Зарудного возвели каменный, который сохранился до наших дней. Резной же иконостас, изготовленный в начале XVII в., сюда перенесли из прежней церкви. В его нижнем ряду можно увидеть образ Спаса Нерукотворного и Казанскую икону Божией Матери, по мнению многих искусствоведов, кисти Симона Ушакова,

*См.: О. Базанова. Страна голубых рек. — Наука в России, 2013, № 4 (прим. ред.).

*См.: И. Терехова. Русское барокко. — Наука в России, 2009, № 2 (прим. ред.).



Музей И.С. Тургенева.

Дом Московского совета детских приютов императрицы Марии (один из корпусов Московского государственного лингвистического университета).

ведущего отечественного художника и главы иконописной школы того времени.

На одном из снимков Готье-Дюфайе видим наиболее примечательную постройку Остоженки XVIII в. — большой особняк крупного военного и государственного деятеля, московского генерал-губернатора Петра Еропкина (ныне главный корпус Московского государственного лингвистического университета). Внушительное двухэтажное здание на высоком цоколе воздвиг в 1771 г. один из основоположников русского классицизма* Матвей Казаков, объединив общим архитектурным замыслом несколько палат, построенных тут 40–50 годами раньше. Парадный фасад украшают десять пилонов, на которые опираются стройные колонны, поддерживающие строгий фронтон. Хозяин огромного дома, поражавшего роскошью своих современников, славился к тому же исключительным хлебосольством: он «держал открытый стол», т.е. в любой день сюда можно было прийти пообедать без приглашения.

В 1804 г. в этом здании открыли Коммерческое училище. Примечательно, что именно в нем, в квартире служившего там священника, в 1820 г. родился выдающийся историк Сергей Соловьев — профессор Московского университета, с 1872 г. академик Петербургской АН, автор фундаментального труда в 29 томах «История России с древнейших времен» (издан в 1851–1879 гг.), беспрецедентного по хронологическому охвату и насыщенности архивными материалами.

Стоящие на Остоженке три небольших одноэтажных здания городских усадеб в стиле позднего классицизма относятся к началу XIX в. В одном из них, 1819 г.

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

постройки, в 1840–1850-е годы жила мать великого писателя Ивана Тургенева Варвара Петровна, у которой сын часто бывал. Как утверждает большинство мемуаристов, именно здесь, «в одной из отдаленных улиц Москвы, в сером доме с белыми колоннами...», разворачивались события, запечатленные мастером слова в повести «Муму», — незначительные для своей нравственной барыни, но трагические для подвластных ей несчастных людей. В 2009 г. здесь открылся Музей И.С. Тургенева (филиал Государственного музея А.С. Пушкина) с экспозицией, рассказывающей о его жизни и творчестве. Два других особняка — Косыревой и Всеволожских (1820-е годы) — расположены почти рядом друг с другом, оба желтые, с фасадами, украшенными белыми колоннами и изящной искусной лепниной.

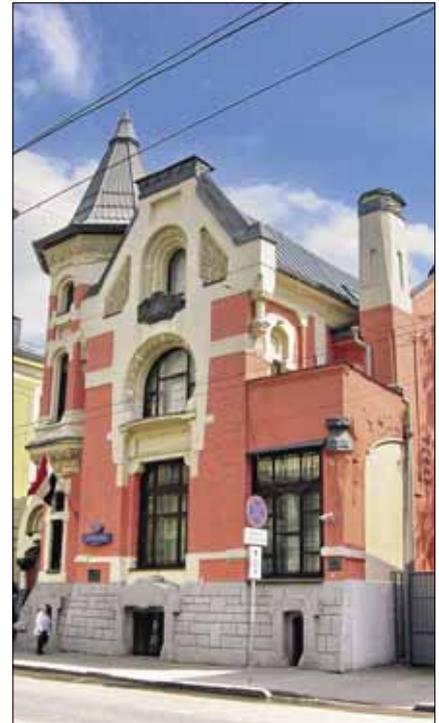
Очень наряден дом Московского совета детских приютов императрицы Марии (ныне один из корпусов Московского государственного лингвистического университета) в псевдорусском стиле*, построенный поблизости от усадьбы Еропкина в 1890 г. и через шесть лет реконструированный по проекту архитектора Николая Пелица. В оформлении фасадов, насыщенных замысловатыми декоративными деталями, использованы элементы московского узорочья XVII в., причем наиболее интересны сложный рисунок оформления окон второго этажа и увенчанная шатром башенка.

Совсем близко от этого парадного и торжественного здания, в Мансуровском переулке, находится постройка приблизительно тех же лет, но совсем не презентабельная, а между тем необычайно дорогая сердцу жителей и гостей Москвы, — «Дом Мастера»,

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



Особняк Цветкова.



Особняк Кекушева.

главного героя романа Михаила Булгакова «Мастер и Маргарита». Так называют скромное жилище друзей писателя — братьев Топлениновых (актера Владимира и художника-декоратора Сергея), где он иногда гостил и работал, увековечив в своем произведении «две комнаты в подвале маленького домика в садике».

Неподалеку, на Остоженке, стоит и один из «претендентов» на «готический особняк», как называл его Булгаков, где жила возлюбленная Мастера Маргарита. Его построил в 1901–1902 гг. для своей семьи выдающийся архитектор Лев Кекушев, первым начавший работать в стиле московского модерна*. Нарядное бело-красное здание поражает изощренностью и филигранностью отделки: округлые формы оконных и дверных проемов разнообразны и замысловаты, стройная граненая башенка-фонарик увенчана высоким шатром, а на верхней части ее стен, в нишах парадного фасада и над окнами первого этажа — богатая лепнина в виде ковра из цветов.

Небольшой по площади особняк, похожий на средневековый замок, весь устремлен ввысь. На его фигурном фронтоне, на специальной площадке, стоял, тоже вытянувшись вверх, словно готовый к прыжку, трехметровый лев. Такими фигурами или барельефами с изображением царя зверей Кекушев помечал все свои творения, что являлось своеобразным авторским клеймом и символизировало его имя. К сожалению, скульптура с дома на Остоженке не сохранилась, но на выставке можно увидеть ее увеличенную фотографию 1910-х годов.

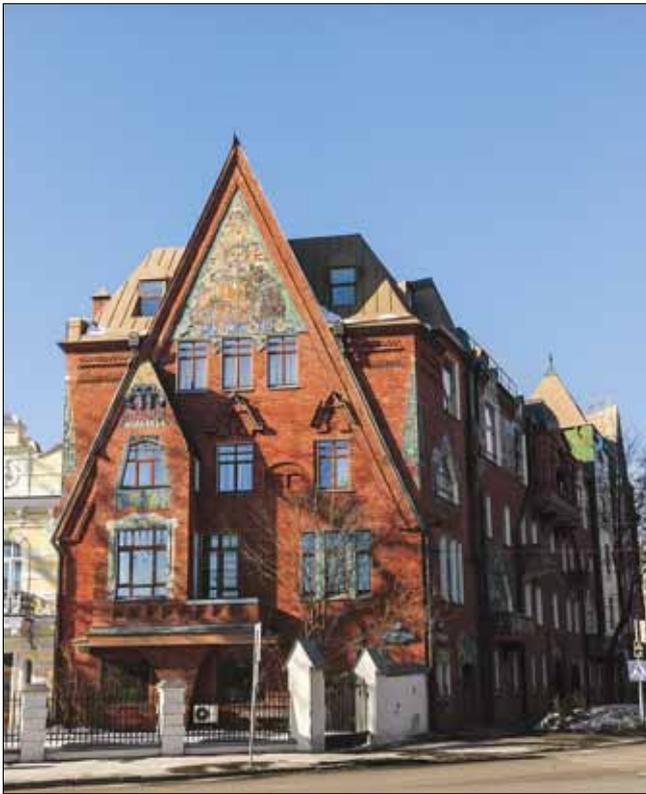
*См.: Т. Гейдор. Русская архитектура Серебряного века. — Наука в России, 2009, № 6 (прим. ред.).

Красноречиво иллюстрирует жизнь Москвы конца XIX — начала XX в. воспроизведенный в экспозиции фрагмент интерьера гостиной, типичной для этого района, в то время уже одного из самых элитарных в городе. Здесь представлены женские и мужские костюмы, изысканная мебель — ломберный стол и два кресла с фанеровкой из карельской березы, отделанные накладками из бронзового литья (Музей Москвы). На стене — изображение великого князя Михаила Павловича, выполненное в 1838 г. талантливым гравером Федором Иорданом, портрет архитектора Осипа Бове 1820-х годов кисти неизвестного художника (Государственный музей А.С. Пушкина*) и т.д.

Такие предметы могли находиться, например, в особняке на Пречистенской набережной, не менее нарядном, чем творение Кекушева, но совершенно в ином стиле. Перед нами большой краснокирпичный дом, похожий на боярские палаты XVII в., построенный в 1901 г. по проекту выдающегося живописца и архитектора Виктора Васнецова для одного из руководителей Московского земельного банка Ивана Цветкова. Заказчик, горячий поклонник изобразительного искусства, разместил тут составленную им за несколько десятилетий коллекцию (преимущественно графические листы и черновые наброски русских художников XVIII–XIX вв., в том числе Василия Тропинина**, Карла Брюллова, Ильи Репина, Василия Сурикова).

*См.: Е. Богатырев. Литературный пантеон. — Наука в России, 2005, № 6 (прим. ред.).

**См.: О. Борисова. Самый «московский» музей. — Наука в России, 2012, № 3 (прим. ред.).



«Дом-сказка» — особняк Перцова.

В 1909 г. Цветков передал свою сокровищницу городу, продолжая ее пополнять, а через 17 лет все собрание мецената (429 картин, 1499 рисунков и 38 скульптур) вошло в фонды Государственной Третьяковской галереи. Не менее ценное произведение искусства — и сам «дом-ларец» на Пречистенской набережной, где до той поры хранились раритеты. Как впоследствии вспоминал его хозяин, особняк «получился многоцветным: сложенный из красного кирпича, украшенный сложными фигурными профилями и цветными керамическими изразцами, он и сегодня выглядит необычно и величественно».

Остожье с его богатой, многоликой архитектурной палитрой, разнообразием стилей и направлений, столь свойственным нашему городу, — поистине энциклопедия московского зодчества. Так, неподалеку от храма Пророка Божия Илии, в Обыденском переулке, стоит дом, в облике которого симметрия классицизма органично сочетается с присущими модерну плавными, дугообразными линиями фронтонов и причудливым оформлением балконов (1903 г., архитектор Франц Когновицкий). В 1907–1913 гг. здесь была квартира Аркадия и Марии Керзиных — основателей и руководителей в 1896–1912 гг. Кружка любителей русской музыки, в дальнейшем превратившегося в крупную концертную организацию, популяризовавшую творчество отечественных композиторов.

Деятельности этого просветительского общества посвящен специальный раздел экспозиции. Особый интерес посетителей вызывают реликвии, предостав-

ленные Государственным музеем музыкальной культуры им. М.И. Глинки*. В их числе изданная в 1887 г. партитура оперы Петра Чайковского «Чародейка», фотографии автора ее либретто драматурга Ипполита Шпажинского (также жившего на Остоженке в конце XIX в.), исполнителей ролей ее героев — князя и кумы — артистов Шевелева и Цветковой, супругов Керзиных (1900–1901 гг.). Рядом программы и объявления о концертах (чаще всего бесплатных), организованных Кружком в Большом зале Благородного собрания (ныне Колонный зал Дома Союзов), из фондов Музея Москвы; театральные костюмы из собрания Центра оперного пения Галины Вишневской и т.д.

По соседству с домом, хранящим память о пропагандистах русского музыкального искусства, находится одно из самых красивых зданий в районе, во внешней отделке которого доминируют элементы неоклассицизма (1904 г., архитектор Николай Жерихов). Фасад строго симметричен, украшенные пилястрами (прямоугольными полуколоннами) входы расположены в двух боковых выступающих вперед флигелях, на фоне голубых рустованных стен — несколько поясов из белых барельефов с античными сюжетами, изображениями венков, цветов, дубовых ветвей.

А вот перед нами образец «северного модерна», распространенного в начале XX в. главным образом в Санкт-Петербурге и для Москвы явления весьма редкого, — доходный дом разбогатевшего крестьянина

*См.: О. Борисова. Царство клавиш и струн. — Наука в России, 2012, № 2 (прим. ред.).



Дом Лоськова.



Доходный дом Филатова.

Петра Лоськова в Мансуровском переулке, построенный в 1905–1906 гг. по проекту Александра Зеленко. Примечательно это здание и тем, что в 1916–1926 гг. тут жил главнокомандующий русской армией периода Первой мировой войны Алексей Брусилов*. Во время Октябрьского вооруженного восстания 1917 г., в ходе артиллерийского обстрела Красной гвардией центра города, в квартиру генерала попал шестидюймовый снаряд и осколком тяжело ранил его в ногу.

Уникальное сооружение ныне является объектом культурного наследия регионального значения и в 2012–2013 гг. было отреставрировано с восстановлением по историческим фотографиям (в том числе сделанным Готье-Дюфайе) первоначального облика. И сегодня мы видим необычайно живописный скандинавский замок со строгим лепным декором на

*См.: С. Базанов. Жизнь и звездный час генерала Брусилова. — Наука в России, 2006, № 4 (прим. ред.).

гладком оштукатуренном фасаде, с цилиндрической остроконечной башней, высокой каминной трубой и цоколем, облицованным грубо обработанным гранитом.

Очень интересен доходный дом купца Якова Филатова (1909 г., архитекторы Валентин Дубовской, Эрнст-Рихард Нирнзее) с нигде больше в Москве не встречающимся лепным декором — стилизованными изображениями сказочных растений, павлиньих хвостов, рыб, раковин, водорослей, морских чудищ, низвергающих изо рта потоки воды. Кроме того, зодчие украсили здание угловой башней, форма кровли которой весьма необычна — в виде перевернутой рюмки. Дело в том, что, согласно легенде, владелец будто бы воздвиг эту дорогостоящую постройку на средства, сэкономленные благодаря его избавлению от власти «зеленого змия», а закончив дело, опрокинул символическую чарку.



Доходный дом Мелетина.

Еще более необычен, чем предыдущий, «дом-сказка» на Пречистенской набережной, возведенный в 1906–1910 гг. мастерами московского модерна Борисом Шнаубергом и Николаем Жуковым по эскизам живописца и архитектора Сергея Малютина для инженера Петра Перцова. Владелец решил разместить здесь квартиры и мастерские художников, поэтому задумал сооружение, внешне и внутренне отвечающее своеобразию отечественного искусства, — в виде древнерусских хором. Так называли в старину большое деревянное жилое здание с множеством составных частей (сени, подклеты, клетки, чердаки, коридоры, переходы, хозяйственные прирубы и т.д.).

Кровля также наводит на мысль о многочисленных хороминах — шатры башен чередуются с крутыми и пологими двускатными крышами мансард, мезонинов, балконы оформлены в виде теремков. А самый большой из них, словно своеобразные атланты, держат два фантастических дракона с туловищем змеи. Во всем убранстве фасада доминируют мотивы верований дохристианской Руси: на украшающих его больших красочных майоликовых панно изображены сцены из народных сказок, лик солнца, причудливые растения и фантастические животные. Как и творения средневековых зодчих, дом Перцова очаровывает своей асимметрией, яркой цветовой гаммой, разнообразием архитектурных форм и всевозможных деталей декора, где каждая — самостоятельное произведение искусства.

Фантазии прихотливого модерна ведут нас из Древней Руси на Американский континент. Именно такое

впечатление производит стоящий в Померанцевом переулке доходный дом адвоката и благотворителя Александра Мелетина (1911 г., архитектор Валентин Дубовской), некогда один из самых красивых в Москве, внешний декор которого, пожалуй, не имеет в ней аналогов. Первоначально здание было трехэтажным, с мезонином замысловатой формы и угловой башенкой, увенчанной куполом, напоминающим шлем конкистадора. Но в 1920-е годы вместо этих ухищрений возвели еще два этажа, что сегодня нетрудно заметить.

Однако, к счастью, многое сохранилось со времен постройки. Фасад дома внизу облицован коричневым «кабанчиком» — прямоугольной глазурованной плиткой, имитирующей форму кирпича, очень полюбившейся зодчим модерна. Но в отличие от узорного пояса или сплошного покрытия, встречающегося в убранстве других построек Серебряного века, здесь из этого материала выложили силуэт крепости с флагом на башне наподобие фортов, воздвигавшихся испанскими завоевателями Нового Света. Под одним из эркеров, трехгранным (другой имеет полукруглую форму), находится вход в дом, обрамленный грубо обработанными гранитными плитами. А слева от дверей из того же brutального материала возвышается полуколонна, на которой когда-то сидел, наклонив голову, бетонный зверь из семейства Южной Америки ягуар, увы, не воссозданный при реставрации здания в 1980-х годах и сохранившийся лишь на фотографии 1912 г.



Фотографии старой Москвы
Эмиля Готье-Дюфайе.

Два балкона, расположенные между эркерами, закрыты решетками в виде сплетающихся в кольца змей. Под одним из них можно увидеть майоликовое панно, изображающее пышные цветы на тонких стеблях (художник-керамист Петр Ваулин). Элементы лепного декора фасада упрощенностью форм напоминают изделия древних ваятелей, невелики по размеру, неброски и заметны лишь, если внимательно вглядеться, но очень интересны. Так, капители тонких многосоставных колонн украшены тремя композициями — из голов быков, стоящих по кругу птиц, клюющих экзотические ягоды, и извивающихся-

ся ящериц. А на гладкой стене между окнами второго и третьего этажей зодчий поместил необычные маскароны (скульптурные рельефы в форме лица человека), походящие на каменных богов ацтеков.

Соседнее монументальное здание в неоклассическом стиле (1915 г., архитектор Дмитрий Челищев) знаменито прежде всего тем, что здесь прошли последние месяцы жизни самого национального и прониновенного русского поэта XX в. Сергея Есенина. В середине июня 1925 г. он переехал сюда, в квартиру своей последней жены Софьи — внучки великого писателя Льва Толстого. Этот период жизни поэта



В залах экспозиции.

иллюстрируют документы и фотографии, в частности групповые снимки Сергея и Софьи Есениных вместе с родственниками и друзьями, Льва Толстого с внуками и т.д., предоставленные для организации выставки Государственным музеем Л.Н. Толстого.

Завершает же ее самый крупный экспонат и наиболее близкий к нам по времени — советская легковая машина «Москвич-400» (продукция столичного Завода малолитражных автомобилей 1946–1954 гг.), расположенная между уличной водоразборной колонкой и чугунным фонарем, хорошо знакомыми горожанам старшего поколения. Помнят они и о том, что в 1935 г., в связи с прокладкой здесь первой очереди метрополитена, улицу Остоженку переименовали в Метростроевскую, а в 1986 г. ей вернули прежнее название.

Сегодня район, куда мы совершили прогулку, называют «золотой милей» — здесь находится самая уважаемая недвижимость в нашей стране. Но прежде всего он нам дорог своей историей, уникальными памятниками зодчества и, конечно, живущим здесь духом старой Москвы.

Иллюстрации предоставлены автором

ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕР: ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ В ДОКУМЕНТАХ

Доктор геолого-минералогических наук Валентин ПЕТРОВ,
директор Центра гуманитарных проблем Баренц региона,
Евгения ПАЦИЯ, руководитель Музея-архива истории изучения
и освоения Европейского Севера России,
кандидат исторических наук Ольга ШАБАЛИНА,
главный хранитель Музея-архива,
Кольский научный центр (КНЦ) РАН (г. Апатиты, Мурманская область)

«Кто хочет увидеть гений человеческий в его благороднейшей борьбе против суеверия и мрака, пусть прочтет историю арктических путешествий, прочтет о людях, которые шли с развевающимися знаменами навстречу неведомому. Нигде, пожалуй, знания не покупались ценой больших лишений, бедствий и страданий. Но гений человеческий не успокоится до тех пор, пока не останется и в этих краях ни одной пяди, на которую бы не ступала нога человека, пока не будут и там, на Севере, раскрыты все тайны».
Эти слова знаменитого норвежского естествоиспытателя и путешественника Фритьофа Нансена отражают содержание экспозиции Музея-архива истории изучения и освоения Европейского Севера России Центра гуманитарных проблем Баренц региона КНЦ РАН.
Основанный в 1974 г. в г. Апатиты, он почти 40 лет служит главной цели: показать процессы заселения и освоения северных земель нашей страны через историю научных исследований. Сегодня в основном фонде музея — свыше 2100 единиц хранения, в научно-вспомогательном — более 1300 предметов.

Главными идеологами проекта стали сотрудники Кольского филиала АН СССР, действительные члены Географического общества (ГО) СССР кандидат географических наук Борис Кошечкин и доктор географических наук Иона Фрейдин. В 1970 г. после участия в работе V съезда ГО, где речь шла о восстановлении Центрального географического музея — детища известного географа Вениамина Семенова-Тян-Шанского (1870–1942), они твердо ре-

шили, что и в маленьком заполярном городе Апатиты должен быть музей, посвященный истории научных исследований на Европейском Севере. К этому времени практически все филиалы Географического общества Северо-Запада (Кольский, Карельский, Коми) объединились в Северный филиал ГО СССР с центром в Апатитах. Заведующего лабораторией Геологического института Кольского филиала АН СССР Кошечкина избрали председателем пре-



Первая экспозиция Музея-архива.
1970–1980-е годы.

зидиума, что несомненно способствовало продвижению проекта.

С 1973 г. началась активная собирательская деятельность, направленная прежде всего на создание экспозиции. Музей-архив вел обширную переписку с исследователями Севера и их семьями. Почти все адресаты — известные не только в нашей стране, но и в мире люди, члены семей видных ученых и полярников. 22 января 1974 г. Кошечкин писал физикогеографу, страноведу доктору географических наук Гавриилу Рихтеру: «Хотелось бы иметь несколько официальных фотографий периода Ваших экспедиций и какие-либо рукописные материалы. Быть может, сохранились полевые дневники, зарисовки карты, которые могли бы быть использованы в экспозиции». В письме от 30 января 1974 г. Рихтер перечислил некоторые документальные свидетельства, которые он готов передать для хранения и экспонирования. Среди них фотографии и негативы, карты, книги. Впоследствии его персональный фонд стал одним из самых объемных и интересных в Музее-архиве, а бесценные фолианты ученого дополнили фонд редкой книги.

В январе 1974 г. ушел запрос в Москву на имя вдовы одного из основоположников геохимии и основателя Кольского научного центра РАН академика Александра Ферсмана Екатерины Матвеевны, где Кошечкин высказал надежду на получение от нее «1–2 страницы подлинного текста, посвященного Кольскому полуострову, написанных рукой Александра Евгеньевича, и 1–2 предмета, служивших ему в период экспедиций (полевой дневник, перо и т.п.)». Екатерина Матвеевна ответила незамедлительно 5 февраля 1974 г.: «Конечно, с удовольствием помогу Вашему музею всем, чем располагаю».

В конце 1974 г. Борис Иванович отправил письмо в Эстонию биологу-селекционеру Иоганну Эйхфельду с

Слева — гость и даритель Музея-архива Северного филиала ГО СССР академик Иоган Эйхфельд.

Справа — председатель президиума Северного филиала ГО СССР кандидат исторических наук Борис Кошечкин и ученый секретарь Евгения Пация. 1975 г.



такими же просьбами, а в сообщении краеведу, автору книг по истории Кольского полуострова Алексею Киселеву он изложил концептуальный план формирования музейной экспозиции с четырьмя отделами: древнейший период освоения Севера (археология), освоение и изучение Европейского Севера в XVI–XVIII вв., изучение морей Европейской Арктики в до-революционный период, изучение и освоение Севера в советский период. Киселев в ответном письме одобрил создание музея и обещал со своей стороны разностороннюю помощь, в том числе передачу оставшихся материалов (большая их часть к тому времени уже хранилась в Мурманском государственном архиве) для экспонирования в Апатитах.

Исследователи Севера передавали предметы экспедиционного обихода, научный инструментарий, книги, художественные работы. Многие приезжали лично, привозили уникальные документы, фотографии. Биолог, краевед из Архангельска Ксения Гемп подарила «Дневные записки путешествия доктора и Академии наук адъютанта Ивана Лепёхина по разным провинциям Российского государства в 1768 и 1769 году» (1771 г.). Геолог Николай Апухтин передал «Описание Белого моря с его берегами и островами» Александра Фомина (1797 г.). Этнограф из Петрозаводска Роза Тороева пополнила этнографическую коллекцию предметами быта жителей западного берега Белого моря. Семья основателя Мурманского краеведческого музея Михаила Михайлова преподнесла в дар «Лаппонию» (1674 г.) Йоханеса Шефферуса — первую из печатных книг XVII в. об истории, природе, культуре и быте коренного населения Лапландии.

22 января 1974 г. Кошечкин смог написать замечательному русскому натуралисту Олегу Семенову-Тян-Шанскому: «Наши долгие ходатайства по поводу предоставления Северному филиалу Географического об-



Посетители первой экспозиции Музея-архива истории изучения и освоения Европейского Севера в г. Апатиты. 1980-е годы.



Арктические исследования конца XIX — начала XX в.

щества помещения для организации Музея истории и освоения Севера привели к положительному решению этого вопроса. Помещения для музея выделены, и мы заняты разработкой и подбором экспозиции».

Понимая, что «экспозиция, представляющая лишь фотографии и издания, будет скучновата», Кошечкин решил «усилить ее картинками, рисунками, картографическими материалами». Для этого он разыскал зарисовки этнографа Владимира Чарнолуского и Альбера Бенуа, работавшего художником в экспедиции профессора Павла Виттенбурга на Кольском полуострове, договорился с семьей художника Николая Пинегина о передаче в фонд его живописных полотен. Сам работал в Архиве Гидрографического управления Военно-морского флота — ознакомился с древними картами Баренцева и Белого морей и выяснял возможность размещения наиболее интересных репродукций в экспозиции.

К концу 1974 — началу 1975 гг. на хранение в Музей-архив поступили личные коллекции краеведа Михаила Михайлова, академиков Гаврилы Горещкого, Александра Ферсмана и Евгения Крепса, известного исследователя Севера Рудольфа Самойловича, географа Гавриила Рихтера, основателя лавинной службы в Хибинах Иннокентия Зеленого, этнографа Владимира Чарнолуского, полярника Леонида Сенчуры и многих других ученых-естествоиспытателей.

Сотрудники Музея-архива развернули собственную экспедиционную деятельность на Кольском полуострове. Среди первых результатов — коллекция древних орудий, собранная в 1972 г. в совместной поездке ученых Геологического института Кольского филиала АН СССР, Ленинградского отделения Института археологии АН СССР и членов Северного филиала ГО СССР под руководством доктора исторических наук Нины Гуриной. В дальнейшем экспедиции с профессиональными археологами проходили неоднократно, в ходе одной из них в долине реки Поной были открыты первые петроглифы.

Сбор этнографического материала курировала ведущий специалист по материальной культуре саамов Института этнографии АН СССР кандидат исторических наук Татьяна Лукьянченко. Она передала для экспонирования предметы культа XVI в., подтверждавшие время распространения христианства на Кольском Севере.

Большими энтузиастами музейных экспедиций были сотрудник Геологического института Кольского филиала АН СССР кандидат геолого-минералогических наук Олег Беляев и водитель Автотранспортного предприятия г. Апатиты Виктор Архипов. Они прошли по маршрутам финских ученых, исследовавших в 1930-х годах родовые места сонгельских саамов с северо-запада Кольского полуострова до его Терского берега, где за



**Общий вид зала
«Археология и этнография
Кольского полуострова
(автохтоны — саамы)». 2012 г.**



**Общий вид зала «Научное изучение
Кольского полуострова». 2012 г.**

рекой Варзугой нашли средневековую керамическую мастерскую.

Материал, собранный энтузиастами и специалистами, послужил основанием для принятия в апреле 1975 г. Кировским горкомом партии постановления о возможности учредить на общественных началах в структуре Северного филиала ГО СССР Музея-архива истории изучения и освоения Европейского Севера и предоставить ему помещения в новом строящемся жилом здании на улице Гайдара. Но юридический статус как филиал Музея Географического общества СССР он получил лишь спустя пять лет, 25 июня 1980 г., благодаря постановлению Президиума АН СССР.

Наша первая экспозиция, расположенная в стандартной трехкомнатной квартире обыкновенного жилого дома, была далеко не профессиональной. Построенная в основном на документальных копиях, она практически стала планом-макетом. Постепенно копии заменили подлинными экспонатами, наполнив экспозиционное пространство редкими аутентичными предметами, фотографиями, документами и даже живописью, графикой, скульптурой малых форм. Камерность позволяла каждому посетителю лично соприкоснуться

с уникальной культурной историей края. Многие заново «открывали» для себя Кольский Север.

Более того, побывав на экскурсии и получив начальные навыки «исторического видения», горожане и жители один за другим приносили в Музей-архив семейные реликвии, интересные находки. Например, рабочие химического комбината «Апатит» дополнили экспозицию редкими экземплярами средневековых бронзовых нагрудных украшений, найденных при рытье шурфов. Благодаря неравнодушным ценителям старины у нас появился свой символ — сигнальный колокол. Исследователи, работающие на побережье у горла Белого моря, увидели его в районе маяка на полуострове Великий и сообщили нам об этом. С появлением новых технических средств связи и навигации он остался без работы — раньше на звук колокола суда шли в непогоду к берегу. Стать гордостью Музея-архива ему помогли члены ГО военные гидрографы. Они доставили ценный объект морем в поселок Мишуково, а отсюда — на машине в Апатиты. В обиходе появилась расхожая фраза: «Музей у колокола». К особой радости детворы, он в годы «перестройки» благополучно простоял на улице у входа в наше здание — без патины,

Оснастка саамского невода:
мотовило, грузила, поплавки.
Игольницы для плетения сети.



Домашняя утварь саамов:
ковш для супа, тарелка.
Ковш для сбора ягод.
Дощечка-метка —
«записная книжка» пастуха.

отполированный до блеска желающими взобраться на него. В новые времена ради сохранности колоколов перенесли с улицы в помещение. С помощью информантов у нас появились и другие аттракторы-«изюминки»: старинный якорь-кошка, «обетный» крест.

В 1990-е годы экономических реформ в стране Музей-архив, по сути, остался без финансирования. Тогда по ходатайству президента Географического общества СССР академика Алексея Трешникова научные сотрудники были приняты в штат Отдела экономических исследований (с 1986 г. — Институт экономических проблем) Кольского филиала АН СССР с передачей ему всех музейных фондов. В сложившейся ситуации актуальными для коллектива стали научные исследования, связанные с изучением малочисленных народностей Европейского Севера.

«Ветер перемен» подул в середине 1990-х годов. Тогда наша страна подписала Киркенесскую декларацию о международном сотрудничестве (1993 г.), и Кольский научный центр РАН активно включился в разработку и реализацию серии проектов в гуманитарной области. В

1995 г. в качестве научно-вспомогательного подразделения Президиум КНЦ РАН учредил Международный центр науки, культуры и образования в Баренц/Евро-Арктическом регионе (с 2005 г. — Центр гуманитарных проблем Баренц региона). Базой для его создания стали Музей-архив истории изучения и освоения Европейского Севера России, отделение кафедры иностранных языков, международный отдел Президиума КНЦ РАН.

В 1997 г. мы праздновали второе рождение, получив вместе с новыми выставочными площадями в здании Международного центра качественно иные экспозиционные возможности, а с обновленным коллективом — и научно-исследовательский потенциал. В структуру вошли четыре выставочных зала, фонды, библиотека. В 1997 г. открылась постоянно действующая выставка «Рациональное использование природных ресурсов Кольского полуострова», призванная популяризовать потенциальные возможности развития Мурманского края на основе научных достижений Академии наук и широкой интернациональной кооперации, с 2005 г. ставшая отделом. Тогда же была воссоздана ме-



Адмиралтейская чернильница Александра Миддендорфа из экспедиции на Кольский полуостров в 1840 г.

«Лаппония» Йоханеса Шеффера — средневековое исследование традиционной жизни и культуры саамов XVII в.

мориальная квартира-музей известного геолога академика Александра Сидоренко, рассказывающая о жизни и деятельности ученого в качестве заместителя, а потом и председателя Президиума Кольского филиала АН СССР (1950–1961 гг.).

Сегодня Музей-архив хранит и экспонирует предметы быта, научный инструментарий, живописные работы и документальные материалы персональных фондов и коллекций отечественных ученых, отражающие их вклад в развитие науки.

Ценная библиотека сформирована на основе трех частных книжных собраний Гавриила Рихтера (1899–1980), Павла Виттенбурга (1884–1968) и Александра Ферсмана (1883–1945) и первых прижизненных изданий трудов и произведений исследователей Кольского полуострова. Сейчас в фонде редкой книги свыше 500 экземпляров, в том числе старопечатные, рукописные XVII в., малотиражные, с автографами, маргиналиями, владельческими и дарственными пометами, краеведческая литература до 1962 г. включительно.

Наряду с постоянной экскурсионно-лекционной, выставочной работой, мы осуществляем публикаторскую деятельность, отвечающую главным образом запросам историков науки. Например, выпустили в свет уникальные документальные материалы наиболее востребованных персональных фондов этнографов и историков-краеведов, изучавших Кольский полуостров. В 2008 г. в издательстве «ГАМАС» (СПб) вышло собрание принадлежащих Музею-архиву живописных

и графических работ экспедиционных художников XIX–XX вв. В книгу включены свыше 160 произведений изобразительного искусства, выполненных в научных экспедициях за два столетия. Они различны по жанрам, технике, уровню мастерства. Возможно, художественная ценность их неоднозначна, однако бесспорно их историко-культурное значение.

Открывает экспозицию раздел «История археологических открытий». Древнейший период освоения Кольского севера представлен коллекцией орудий, керамики, шлифовальных плит каменного века и раннего металла, найденных в 1970-х годах в результате совместных экспедиционных работ ленинградских археологов под руководством доктора исторических наук Нины Гуриной и Геологического института КНЦ РАН.

Историко-этнографическая часть экспозиции рассказывает о деятельности Василия Алымова, Якова Комшилова и Владимира Чарнолуцкого — первых этнографов-краеведов, изучавших в 1920–1930-е годы историю, культуру и быт автохтонов Кольского полуострова — саамов и собравших уникальный фольклор этого народа, топонимы края. Рисунками Чарнолуцкого проиллюстрирована исследовательская работа комплексной Лопарской этнографической экспедиции 1927 г. В экспозиции много подлинных предметов быта саамов XIX в., редких фотографий, рукописей саамских сказок, материалов по истории первой саамской школы (1898 г.), азбука на саамском языке (1895 г.). Эти артефакты дают представление о систе-



Очки и фотоаппарат Александра Ферсмана.



ме традиционного природопользования коренного народа, его самобытном жизненном укладе и культуре. Здесь же представлена работа по созданию первого «Географического словаря Кольского полуострова». Уникальный экспонат этой части экспозиции — упоминавшаяся рукописная книга Йоханеса Шеффера «Лаппония».

Сотрудники Музея-архива в кооперации с Институтами экономических проблем КНЦ РАН, этнографии, университетами г. Лулео (Швеция) и г. Тромсё (Норвегия) изучают культурное наследие, социально-экономическое и политическое положения саамов Мурманской области. В результате в 2008 г. в России впервые появилось учебное пособие «Саамское рукоделие» на саамском и русском языках, переизданное в 2009 г. В 2010 г. тоже впервые был опубликован на двух языках сборник саамской паремологии «Фольклорные традиции в культуре саамской семьи». В издание вошли пословицы, поговорки, приметы и устоявшиеся выражения, употребляемые на протяжении XX в. в одной саамской семье, ведущей традиционную трудовую деятельность и сохранившей многое из вековых культурных традиций своего народа.

Иллюстрирует историю заселения Кольского севера новгородцами принадлежавшая первым русским переселенцам коллекция средневековых предметов — фрагменты меча, конская сбруя, бронзовая пряжка из захоронения воина XI–XII вв., найденного в 1973 г. в окрестностях села Кузомень на Терском берегу Белого моря. Из раскопок промысловых становищ XV в. демонстрируются кованые гвозди, гребень из моржовой кости, скандинавский и русский топоры и чернильница.

Представители старожилов Кольского полуострова — поморы — были опытными моряками и навигаторами, достаточно грамотными людьми. В экспозиции

представлены макеты поморских судов, одежда, домашняя утварь, детали ткацких станков, прялки. Среди экспонируемых рукописных монастырских книг — труд XVII в., посвященный столетию Соловецкого монастыря.

История научных исследований Европейского Севера, инициированных русским ученым-энциклопедистом Михаилом Ломоносовым (1711–1765)*, начинается в XVIII в. На картах — маршруты первых исследователей края Ивана Лепёхина, Николая Озерецковского, здесь же выставлены прижизненные издания их научных записок, привезенных из экспедиций. На стенах — гравюры художника Редера, сопровождавшего известного географа, зоолога, основателя эмбриологии Карла Бэра в его путешествиях на Новую Землю (1837 г.) и Кольский полуостров (1840 г.). Демонстрируются личные вещи русского естествоиспытателя и путешественника Александра Миддендорфа (1815–1894).

Специальный раздел посвящен истории морских полярных экспедиций отечественных географов. В частности, представлена работа Федора Литке и Михаила Рейнеке по составлению «Генеральной карты Лапландского берега», изданной в 1832 г. и по точности превосходившей все известные на то время.

Ряд интересных экспонатов относится к исторической экспедиции на Северный полюс под началом Георгия Седова (1912 г.). Это документы, пейзажные эскизы из личного фонда известного полярного художника и писателя, участника той эпопеи Николая Пинегина и предметы из его личной коллекции. В том же походе участвовал полярный исследователь, океанолог, член-корреспондент АН СССР Владимир Визе. В Музее-архиве представлены материалы его персонального фонда.

*См.: А. Уткин. Феномен личности Ломоносова; Е. Сысоева. Он видел сквозь века. — Наука в России, 2011, № 6 (прим. ред.).



**Геологический отряд
Павла Виттенбурга (1920 г.),
Кольский залив.
Работа художника отряда Альбера Бенуа.**

В разделе, посвященном первым высокоширотным экспедициям отечественных и зарубежных путешественников, демонстрируются письма знаменитых полярников итальянца Умберто Нобиле (1885–1978) и канадца Вильямура Стефанссона (1879–1962), предметы снаряжения и научные труды американских исследователей земли Франца-Иосифа, материалы, относящиеся к деятельности совместной экспедиции шведских и российских ученых на Шпицбергене в 1899–1901 гг. по градусному измерению дуги на земной поверхности.

Отдельный раздел посвящен истории изучения природных ресурсов Европейского Севера в первые годы советской власти. В 1920-е годы научными исследованиями в этом регионе занимались Северная научно-промысловая экспедиция ВСНХ РСФСР и Академии наук. Среди ценнейших экспонатов — материалы Мурманского геологического отряда за 1920 г., возглавляемого геологом, исследователем Арктики профессором Павлом Виттенбургом. Реалии и события тех дней отражены в работах популярного акварелиста Альбера Бенуа, полноправного участника экспедиции.

Большой интерес у посетителей вызывает раздел о деятельности академика Александра Ферсмана и его сподвижников. За десять экспедиционных сезонов на Кольском полуострове они сделали такое количество научных открытий, которое практически предопределило дальнейшее освоение и промышленное развитие нашего региона. Среди экспонатов — письма, публикации участников первых экспедиций 1920–1930-х годов, карта Хибинских тундр, выполненная по материалам финского ученого Вильгельма Рамзая, дополненная и исправленная Ферсманом, карта рас-

пространения изысканий на Кольском полуострове в 1920–1934 гг., научный инструментарий, фотографии. Вместе с полевыми документами демонстрируется рукописный юмористический журнал «Кукиш» со стихами, шаржами, карикатурами, частушками, отражающими бытовые реалии и научные амбиции исследователей того времени.

В экспозицию органично вписаны свыше 50 живописных и графических произведений: картины, эстампы, этюды, этнографические зарисовки, сохранившие пейзажи Севера, давно изменившиеся под натиском цивилизации, явления природы, портреты людей, фрагменты экспедиционной жизни ученых. Среди авторов — художники Николай Пинегин, Тыко Вылко, Альбер Бенуа, Владимир Голицин, геологи Борис Земляков, Игорь Бельков, этнографы Владимир Чарнолуский, Яков Комшилов, географ Николай Апухтин. Последний раздел представляет эволюцию первого стационарного учреждения Академии наук за полярным кругом — КНЦ РАН — через историю создания и развития входящих в него институтов. На стендах и в витринах выставлены интересные документы, первичные материалы полевых исследований, научное оборудование разных лет.

ОСТРОВ ВРАНГЕЛЯ – НАСЛЕДИЕ ПЛЕЙСТОЦЕНА

Доктор биологических наук Никита ОВСЯНИКОВ,
ведущий научный сотрудник
Государственного природного заповедника «Остров Врангеля»

К северу от Чукотки, на границе Восточно-Сибирского и Чукотского морей, в самом центре обширной зоны арктического континентального шельфа и вблизи Берингова пролива – ворот, связывающих Тихий и Северный Ледовитый океаны, расположен остров Врангеля (его площадь 7608,7 км²). А в 56 км к востоку от него в море возвышается скромных размеров горный хребет – остров Геральд (11,3 км²). Вместе со своим большим собратом они образуют единый природный комплекс. Географическое положение, размер и эволюционная история острова Врангеля определили его экологическую уникальность – необычайно высокое для Арктики биологическое и ландшафтное разнообразие. В условиях современного глобального изменения климата сохранение этого замечательного природного объекта приобретает важнейшее значение.

«НОЕВ КОВЧЕГ»

В течение всего кайнозоя* эта территория не оказывалась под ледниками, ее не затапливали полностью морские воды во время периодических океанских трансгрессий, благодаря чему ландшафт и биота островов Врангеля и Геральд, начиная с позднего мезозоя**, эволюционировали непрерывно, без катастрофических разрывов. Эти два участка древней Берингии – громадного географического «моста», соединявшего Евразию и Америку в единый мега-

континент, — стали островами примерно 10 тыс. лет назад, в самом начале голоцена*. А в плейстоцене**, когда арктический шельф оставался сушей, остров Врангеля был обширной горной страной в центре огромной равнины и располагался между двумя главными речными системами региона — необъятным бассейном реки Колымы с запада и каньоном Геральд с востока, собиравшим в себя все стекавшие на север водотоки берингийской суши — от восточной Чукотки до мыса Барроу на Аляске. Горный хребет,

*Кайнозой — текущая эра геологической истории, началась ~ 66 млн лет назад (прим. ред.).

**Мезозой — геологическая эра, продолжавшаяся от ~ 252 до 66 млн лет назад (прим. ред.).

*Голоцен — современная геологическая эпоха, продолжающаяся последние 12 тыс. лет (прим. ред.).

**Плейстоцен — эпоха оледенений, предшествовавшая голоцену; продолжалась от ~ 1,8 млн лет назад до 12 тыс. лет назад (прим. ред.).



Северные горы. Тундра Академии.
Фото Ирины Менюшиной



Бивень мамонта.
Фото Ирины Менюшиной

ставший впоследствии островом Геральд, был бортом этого каньона.

Как правило, крупные речные системы служат основными магистралями расселения животных и экспансии биологического разнообразия. Неудивительно, что по мере подъема уровня океана в начале голоцена остров Врангеля оказался «новым ковчегом» для животных, населявших равнины северной Берингии в эпоху плейстоцена. В их числе были и мамонты, постепенно вымершие в Арктике в конце ледникового периода. Однако на острове Врангеля некоторые представители этого сообщества крупных млекопитающих продолжали существовать еще и в голоцене. Последние мамонты, правда, уже измельчавшие до карликовой формы, бродили по нему всего 3,5 тыс. лет назад.

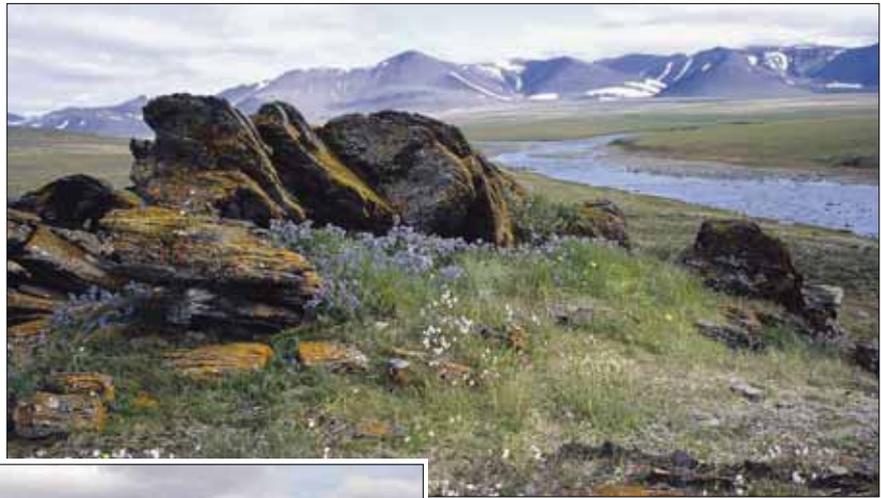
В наши дни по разнообразию таксонов флоры и фауны остров Врангеля в 2–2,5 раза превосходит все арктические территории аналогичного размера. Кроме того, здесь необычно высока пропорция эндемиков. Сохранились тут и реликтовые виды и сообще-

ства, широко распространенные в прошлом на всем осушенном шельфе, связывавшем Азию и Америку в единый материк. По существу, остров представляет собой крупнейший рефугиум* компонентов плейстоценовых экосистем Берингии. По этому сухопутному мосту происходили миграции растений и животных между двумя континентами, способствовавшие обогащению экосистем. Существовавшие в прошлом сухопутные межконтинентальные связи обуславливают необычное смещение в биоте острова арктических и южных таксонов американского и азиатского, в том числе центрально-азиатского происхождения.

В современном облике острова Врангеля представлены все типы арктических ландшафтов, кроме ледниковых. Центральную часть формируют три основные горные цепи, протянувшиеся в широтном направлении от западного берега до восточного и

*Рефугиум — участок земной поверхности, где вид или их группа пережили или переживают неблагоприятный для них период геологического времени, в течение которого на больших пространствах эти формы жизни исчезли (*прим. ред.*).

Останец с эндемичным сообществом растений.
Фото Ирины Менюшиной



Долина в центре острова.
Река Неизвестная.
Фото Ирины Менюшиной

разделенные широкими речными долинами, которые ограничиваются на подходе к морю высокими клифами (отвесными обрывами). Северная часть представляет собой обширную слабо всхолмленную равнину, названную известным советским исследователем Арктики Георгием Ушаковым «Тундрой Академии наук». С юга остров тоже окаймляет равнина, но только более узкая, чем северная.

Климатические условия в районе острова Врангеля очень разнообразны и переменчивы. Находясь в Арктике, но в относительной близости от Берингова пролива, остров испытывает на себе постоянное влияние теплых тихоокеанских циклонов и холодных арктических воздушных масс. Здесь часты сильные ветры, зимой — свирепые метели, с осени до весны обычны сырые пурги, а в теплое время — густые туманы и проливные дожди. В окружающих акваториях постоянно происходят мощные подвижки льдов и их интенсивное торошение, благодаря чему здесь всегда изобилуют полыньи, а ледовый ландшафт впечатляет изобилием форм.

Гидрографическая сеть острова Врангеля состоит из 1400 рек и ручьев длиннее 1 км, а протяженность пяти рек превышает 50 км. Общая площадь озер — их почти 900 — около 80 км². Многообразие рельефа, большое количество равнин, обилие рек и озер способствуют созданию высокого разнообразия и мозаичности местообитаний, оптимальных для размножения многих видов арктических животных.

ЖИЗНЬ В АРКТИКЕ

Растительный мир острова уникален по разнообразию видов и сообществ. В летние теплые дни обширные пространства покрыты коврами цветов, удивительно красивых и благоухающих. Внутренние долины тогда напоминают скорее южные степи, чем холодную Арктику. К настоящему времени на острове Врангеля найдено 417 видов и подвидов высших сосудистых растений, в том числе 23 эндемика. Можно увидеть и эндемичные сочетания видов, не встречающиеся более нигде. Как упоминалось, хорошо представлены реликтовые сообщества, ко-



Сон-трава в долине реки Неизвестной.
Фото Ирины Менюшиной

Выводок песцов.
Фото Ирины Менюшиной

торые были обычны и, вероятно, господствовали в северных районах берингийской суши в эпоху плейстоцена. В наши дни в определенных районах они образуют ландшафты, что приближает облик острова к древнему плейстоценовому, существовавшему многие десятки тысяч лет назад.

Мир низших растений тоже разнообразен — к настоящему времени известны 331 вид мхов и 310 видов лишайников, что, скорее всего, далеко не исчерпывает полный список. На острове найдены и эндемичные типы почв. Растительному многообразию соответствует богатство мира насекомых: список включает 31 вид пауков, 58 — жуков, 42 — бабочек. Найдены реликтовые формы насекомых, маркирующих экосистемы Берингии эпохи плейстоцена. Нельзя не отметить, что благодатью для полевых исследователей, работающих на острове, является ничтожное, практически незаметное количество комаров в летней тундре.

Не только эволюционная история, но и расположение этой суши в центре высокопродуктивной мелководной зоны океанского бассейна определяют ее значение в жизни современных арктических высших позвоночных. Оба острова вместе с окружающей их морской акваторией представляют собой ключевые местообитания всех видов наземных животных, населяющих эту часть Арктики, в том числе редких и особо охраняемых видов.

К настоящему времени суммарно на обоих островах зарегистрировано более 170 видов птиц, из кото-

рых 63 гнездятся, включая 8 видов морских птиц (их колонии здесь — крупнейшие в восточной Арктике). Особое значение остров Врангеля имеет для сохранения единственной в Азии крупной гнездовой колонии белого гуся — она располагается в северо-западной его части, в верховье реки Тундровая. В 1970-х годах из-за широкомасштабной охоты на белых гусей на пролете и непосредственно на гнездовьях, а также из-за оленеводства на острове численность этой колонии стремительно сокращалась. Необходимость срочных мер для ее спасения была одним из ключевых аргументов при решении вопроса о создании заповедника.

Кроме белого гуся, остров является районом размножения еще нескольких видов птиц, занесенных в Красную книгу России. Здесь концентрируются на линьке черные казарки тихоокеанского подвиды и размножается вилохвостая чайка — ее гнездящиеся пары встречаются на многих озерах Тундры Академии. Высока на острове и плотность репродуктивных поселений белых сов.

Видовой состав наземных млекопитающих не очень значителен (постоянно здесь обитает 8 их видов плюс красная лисица периодически заходит на остров), но численность и частота встречаемости арктических зверей выше, чем где бы то ни было в Арктике. Резидентные виды: белый медведь, песец, лемминг (эндемичные вид и подвид), россомаха, волк, овцебык и северный олень. Базисный элемент тундровых



Мыс Птичий Базар.
Фото Никиты Овсяникова



Копытный лемминг у норки.
Фото Ирины Менюшиной

экосистем — лемминги. Плотность их поселений на острове очень высока, а популяционный цикл протяженней, чем в материковых тундрах.

Северный олень и овцебык были интродуцированы после создания на острове Врангеля постоянного поселения: первый — в конце 1940-х — начале 1950-х, второй — в 1975 г. В сравнительно недалеком прошлом оба вида обитали в Берингии и потому не являются для ее экосистем чужеродными. Северного оленя завезли на остров в виде домашней формы, но после ликвидации местного совхоза и учреждения заповедника он одичал и к настоящему времени восстановил дикий фенотип и неискаженное влиянием человека поведение. Благодаря возвращению на остров копытных уже самостоятельно сюда вернулись крупные тундровые хищники — росомаха и волк. Теперь островная тундровая экосистема имеет все основные компоненты, представляя собой еще больший интерес для изучения.

Из морских млекопитающих в прибрежных водах обитает 3 вида ластоногих — кольчатая нерпа, лахтак (ластоногое из семейства тюленых), морж и 2 вида усатых китов — серый и гренландский.

«ЦАРСТВО БЕЛОГО МЕДВЕДЯ»

Разнообразие ледового ландшафта, наличие зимой постоянных трещин и разводий вблизи острова, присутствие большого числа тюленей обеспечивают благоприятные условия для охоты белым медведям. В

то же время обильные остатки добычи этих крупных млекопитающих служат кормом для целого сообщества видов — песца, росомахи, ворона, белой чайки, бургомистра, белой совы.

Остров Врангеля всемирно известен как «Царство белого медведя» — здесь самая высокая их концентрация на льдах в прибрежных зонах. А в периоды, когда морские льды в окружающих акваториях исчезают полностью, эти специализированные ледовые хищники выходят на берег, формируя на острове самые высокие (из известных в Арктике) скопления белых медведей на суше.

Концентрация родильных берлог белых медведиц, в которых они приносят потомство, на островах тоже самая высокая в Арктике. В конце 1980-х — начале 1990-х, когда популяция белых медведей была максимальной по численности, количество родильных берлог на островах Врангеля и Геральд суммарно достигало 350–400! На острове Геральд нами была зарегистрирована самая высокая из известных их плотность — 12 на 1 км². В последнее десятилетие численность белых медведей сократилась, соответственно и численность родильных берлог на островах сейчас не превышает 60–70, однако значение острова Врангеля как основного «родильного дома» всей их Чукотско-Аляскинской популяции сохраняется. А в условиях прогрессирующего сокращения морских льдов значение острова для выживания белых медведей еще более возрастает.



Гуси над тундрой.
Фото Никиты Овсяникова

Белые совы. Самец принес лемминга самке.
Фото Ирины Менюшиной

В чукотском секторе сокращение ледового покрова в летне-осенние месяцы проявляется особенно сильно, поэтому в условиях глобального потепления остров становится для белых медведей убежищем, спасающим их от стихии открытого моря. Береговые экосистемы обеспечивают этим хищникам возможность найти корм в то время, когда они лишены возможности охотиться на свою основную добычу — кольчатую нерпу — на льду.

В летний и осенний периоды в прибрежные акватории островов приходят стада моржей, в которых преобладают самки с детенышами. В сезоны полного исчезновения льдов в этом районе моржи формируют на определенных участках побережья крупные береговые лежбища. В недалеком прошлом на косы одновременно выходили до 50-60 тыс. особей. Однако в последнее десятилетие в связи с изменением ледовой обстановки распределение береговых лежбищ изменилось и основная масса моржей тихоокеанского подвида отдают предпочтение северному берегу Чукотки, хотя в районе острова Врангеля в летнее время они также, хотя и в меньшем количестве, присутствуют.

В этом регионе Арктики белые медведи активно охотятся на моржей как на льдах, так и на лежбищах, причем в периоды жизни на берегу медведи формируют временные, социально структурированные скопления, в которых проявляют значительно более высокую толерантность друг к другу, чем во льдах.

ВСЕМИРНОЕ ПРИРОДНОЕ НАСЛЕДИЕ

Биологические исследования на острове Врангеля были начаты вскоре после основания здесь постоянного поселения в 1926 г. Необходимость сохранения уникальной природы двух островов и научное значение этого комплекса как модельной территории для долговременного изучения естественного хода процессов в экосистемах Арктики были поняты и оценены российскими экологами достаточно быстро. Всталла задача предотвратить существенный урон, который мог быть нанесен в результате интенсивного освоения этих территорий — строительства поселков, попыток добычи горного хрусталя и использования биологических ресурсов. Решить ее удалось в марте 1976 г., когда острова получили заповедный статус.

Первоначально этот статус обрела только суша обоих островов — она была заповедана целиком. Прибрежная зона шириной 5 км стала охранной зоной. А в 1997 г. постановлением правительства Российской Федерации заповедник расширили на окружающую морскую акваторию — 12-мильная зона территориальных вод России вокруг обоих островов также стала заповедной. В результате на острове Врангеля применили модель территориальной охраны арктического природного комплекса, в которой островная суша и окружающая ее морская акватория сохраняются как единое целое, имея самый высокий охранный статус: строгий научный заповедник, категория Ia по классификации Международного союза охраны приро-



Стадо овцебыков.
Фото Никиты Овсяникова



Белые гуси на гнезде.
Фото Ирины Менюшиной

ды. В 1999 г. эта модель получила еще большее развитие — вокруг заповедника была создана морская охранная зона шириной в 24 морских миль. Таким образом, в восточном секторе Российской Арктики появился большой особо охраняемый природный комплекс, включающий два острова и морскую акваторию вокруг них шириной в общей сложности 36 морских миль. Это стало существенным вкладом в сохранение природы Арктики. Общая площадь заповедника в его современном виде — 56616 км², включая сушу — 7620 км² и морскую акваторию — 48 996 км².

В 2004 г. заповедник «Остров Врангеля» получил статус объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Он был присвоен обоим островам со всей окружающей их заповедной акваторией сразу по двум критериям: как выдающийся пример эволюционного развития разнообразных арктических природных комплексов на протяжении всего кайнозоя в условиях периодической изоляции и периодической связи с двумя материками — Евразией и Северной Америкой — и как территория, обладающая исключительным для Арктики биологическим разнообразием и необходимыми условиями для ее реальной охраны, а также территория обитания редких, исчезающих и особо охраняемых видов глобальной ценности. Присуждением статуса Всемирного природного наследия была не только подтверждена планетарная ценность этого природного комплекса, но и вклад России в сохране-

ние и изучение природы Арктики в ее первоначальном виде. Заповедник «Остров Врангеля» стал первым арктическим объектом, включенным в этот почетный список.

Научные исследования на острове Врангеля имеют длительную историю, в них участвовали разные институты и многие ученые. Систематическое изучение компонентов арктической биоты проводится заповедником с 1981 г., когда его директором стал замечательный энтузиаст природоохранного дела Леонид Сташкевич.

В настоящее время растительный и животный мир острова Врангеля изучен лучше, чем других островов Арктики. Несколько научных проектов реализуются здесь непрерывно уже не одно десятилетие. По продолжительности, глубине детализации и объему полученного материала эти исследования не имеют аналогов в мире. Это более чем 40-летний мониторинг гнездовой колонии белых гусей, более чем 30-летнее наблюдение популяционной организации и поведения хищников-миофагов — песца и белой совы, более чем 20-летнее изучение популяционной и поведенческой экологии белого медведя. Необходимо отметить, что исследования не прерывались даже в самый трудный для работ в Арктике период второй половины 1990-х — начала 2000-х годов. Благодаря этому мы имеем сегодня долговременные ряды данных по ключевым объектам арктического животного



Моржи на лежбище.
Фото Никиты Овсяникова



Трапеза белых медведей.
Фото Никиты Овсяникова

мира, позволяющие проследить реакции этих видов фауны на глобальные изменения климата планеты и среды обитания. Краткосрочные исследования не дают такой возможности.

Остров Врангеля как природный комплекс самого строгого режима охраны представляет собой исключительно ценный научно-информационный ресурс и модельную территорию для изучения долговременной динамики процессов в популяциях арктических животных и в экосистемах. По существу, заповедник многие годы был единственной в России постоянно действующей научной базой, занимавшейся такого рода фундаментальными исследованиями. Результат — существенный вклад российской науки в мировую экологию.

В условиях глобального потепления природа Арктики стремительно меняется. Эти изменения хорошо заметны на примере острова Врангеля. Они могут быть прослежены именно благодаря долговременности и непрерывности исследований ключевых видов животных и мониторинга многих компонентов биоты. До настоящего времени ежегодный мониторинг проводится в заповеднике по 61 параметру для 7 групп объектов. Показано, в частности, негативное воздействие глобального потепления на облигатно

арктических хищников — белого медведя, песца, белую сову; но позитивное — на популяцию белого гуся, которая на острове Врангеля гнездится в наиболее экстремальных для видového ареала условиях, но в последние годы ее численность устойчиво растет.

В период радикальных изменений арктической среды актуальность и значение долговременных популяционных исследований в заповеднике будут только повышаться. Эти перемены становятся испытанием адаптационных возможностей животных и могут рассматриваться как эксперимент, выявляющий причинные связи, незаметные при стабильном состоянии природы. Еще раз подчеркну: заповедный режим обеспечивает естественный ход процессов в островной арктической экосистеме и условия для неограниченного во времени их исследования на модельной территории, сохранение статуса которой должно быть гарантировано как в интересах охраны природы Арктики, так и в интересах ее изучения без нарушения и вмешательства со стороны человека.

*Фото автора и кандидата биологических наук
Ирины Менюшиной*