



# Нацка в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 17 декабря 2020 года • № 49 (3260) • 12+

## Большая Норильская экспедиция: исследования необходимо продолжать



Читайте на стр. 4–5

Новость

### В Москве прошло Общее собрание РАН

Его открыла научная сессия «75 лет атомной отрасли. Вклад Академии наук». Члены РАН представили свыше 13 докладов по морской ядерной энергетике, ядерной медицине, о роли радиобиологии и радиационной медицины в обеспечении защиты человека от воздействия ионизирующих излучений, а также обсудили аспекты глобальной политики, роль ядерных вооружений для мировой стабильности.

От имени президента РФ Владимира Владимировича Путина к участникам обратился помощник главы государства Андрей Александрович Фурсенко: «Создание и становление атомной отрасли стало по-настоящему значимым событием в истории нашей страны, которое во многом определило развитие науки, экономики, оборонно-промышленного комплекса, здравоохранения, достижение ядерного паритета, обеспечение безопасности государства. Сегодня крайне важно участвовать в решении масштабных общенациональных задач, наращивать фундаментальные исследования по приоритетам научно-технологического развития страны».

Атомная отрасль нашей страны начала развиваться в XX веке. В 1943 году была сформирована лаборатория № 2 АН СССР, которую возглавил Игорь Васильевич Курчатов. Сегодня сотрудничество РАН с «Росатомом» идет по совершенно различным направлени-

ям. Это и внедрение новых достижений фундаментальной науки в практические разработки атомной отрасли. «Ускорительная тематика очень активно развивалась у нас, в том числе в Сибири, в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН. К началу 1960-х там созданы ускорители, которые были продуктом экспериментально-фундаментальных исследований, но когда была продемонстрирована их высокая энергия, они оказались чрезвычайно востребованы нашей атомной отраслью для создания средств для радиографии», — привел пример президент РАН академик Александр Михайлович Сергеев.

Академик Сергеев подчеркнул, что главное достижение атомной отрасли за 75 лет — это то, что мы живем в мире. «Она обеспечила паритет в самых разрушительных вооружениях, и мы должны считать это главной заслугой нашей страны. Время идет, и сейчас важен уже не военный паритет, а научно-технологический», — добавил Александр Михайлович.

Министр здравоохранения Михаил Альбертович Мурашко отметил, что высокие научные компетенции в атомной отрасли должны позволить нашей системе здравоохранения занять лидирующие позиции в области самых современных методов диагностики, лечения, использования новых радиофармацевтических препаратов.

«За подготовку тематики этой сессии отвечало Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН и его руководитель академик Владимир Евгеньевич Фортов. Мы не ожидали, что случится такое горе. Он был выдающимся ученым, организатором науки и человеком», — вспомнил экс-президента РАН академик Сергеев. Участники почтили память академика Фортова минутой молчания.

«Выдающиеся ученые обеспечили лидирующее положение атомной отрасли и безопасность суверенитета страны. Я благодарю весь состав Академии наук за многолетнюю плодотворную работу. Благодаря советским ученым в стране появился масштабный ядерный задел. 1960–1970-е годы считаются расцветом атомной промышленности. Российские физики из профильных и академических институтов участвуют в крупнейших международных проектах. Совместно с Курчатовским институтом была реализована программа по ядерной безопасности. Мы понимаем важность фундаментальных исследований. Так, в Сарове будет создан Национальный центр физики и математики», — рассказал генеральный директор госкорпорации «Росатом» доктор экономических наук Алексей Евгеньевич Лихачёв.

Подробнее читайте на стр. 6–7.

Награды

На Общем собрании РАН вручены золотые медали Академии

Во второй день проходящего в Москве Общего собрания РАН прошло награждение золотыми медалями имени выдающихся российских ученых, а также главной наградой РАН — Большой золотой медалью Российской академии наук им. М. В. Ломоносова.

Большую золотую медаль РАН им. М. В. Ломоносова 2019 года получили академик **Георгий Сергеевич Голицын** (Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН) за выдающийся вклад в изучение физики атмосферы Земли и планет, разработку теории климата и его изменений, а также иностранный член РАН, профессор **Пауль Йозеф Крутцен** — за вклад в химию атмосферы и оценку роли биохимических циклов в формировании климата.

\*\*\*

Сибирские ученые получили награды «Росатома»

На Общем собрании РАН прошло награждение юбилейными медалями ГК «Росатом» «75 лет атомной отрасли России».

Награды получили четверо сибиряков: академики **Сергей Владимирович Алексеенко** (Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН), **Павел Владимирович Логачёв** (Институт ядерной физики им. Г. К. Будкера СО РАН), **Василий Михайлович Фомин** (Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН) и член-корреспондент РАН **Сергей Викторович Сысолятин** (Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН).

Анонс

ИАЭТ СО РАН проводит выставку «У полярного круга: где живет Старик-нож?»

Экспозиция, открытая Институтом археологии и этнографии СО РАН в Центре коллективного пользования «Геохронология кайнозоя», посвящена находкам средневекового Усть-Войкарского городища, а также сакральной атрибутике народов ханты и манси, коренных жителей таежной зоны Западной Сибири.

Чтобы посетить выставку, можно собрать свою группу (от четырех человек) и отправить заявку на экскурсию по адресу [museum.iaetsoran@gmail.com](mailto:museum.iaetsoran@gmail.com), либо позвонить по тел. +7-913-781-5493. Запись на сборные экскурсии смотрите на сайте [archaeology.nsc.ru](http://archaeology.nsc.ru) в разделе «Эксперсии».

\*\*\*

**ВВ!** Последний в этом году, 50-й номер «Науки в Сибири» выйдет 24 декабря.

## Новосибирские ученые разработали технологию формирования наноприборов для нейроморфных систем и нанофотоники

Исследователи добились управляемого синтеза высококачественных монокристаллов диоксида ванадия ( $\text{VO}_2$ ) на трехмерных наноструктурах кремния, а также селективного роста массивов наноконечий  $\text{VO}_2$ . Эти результаты могут использоваться для создания высококачественных логических наноэлементов в нейроморфных компьютерах, умных метаматериалах, сенсоров и оптических фотонных устройств.

Авторская технология основана на широко используемой кремниевой технологии, что открывает перспективы для быстрого промышленного внедрения. Работа сотрудников Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН и Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН поддержана Российским научным фондом, результаты опубликованы в журнале CrystEngComm.

Кремниевые приборы практически достигли своих предельных параметров. Для дальнейшего прогресса и увеличения быстродействия процессоров при одновременном уменьшении энергопотребления нужны новые материалы с большим спектром функциональных свойств, чем у кремния. Специалисты ИФП СО РАН и ИНХ СО РАН предложили решение проблемы, интегрировав синтез диоксида ванадия — материала с новыми свойствами, — в существующую кремниевую технологию.

Привлекательность диоксида ванадия для электроники будущего в том, что его монокристаллы могут очень быстро переходить из полупроводникового состояния в металлическое. Однако при

обычном фазовом переходе параметры кристаллической решетки изменяются на один процент, что приводит к разрушению кристалла, если синтезировать его на подложке из кремния. Решение этой проблемы исследователи предложили в своей предыдущей работе, вырастив нанокристаллы на вершинах кремниевых нанопилюров диаметром около 20 нанометров. В этом случае площадь соприкосновения нанокристалла с такой подложкой кремния минимальна и разрушения не происходит. Нанокристаллы  $\text{VO}_2$  служили у авторов резистивными переключателями с рекордной энергоэффективностью и долговечностью — ученые показали, что можно совершить более ста миллиардов обратимых переходов из металлического состояния в полупроводниковое.

«Мы формируем практически все элементы приборов из кремния, используя кремниевую технологию, и только на финальном этапе, в заданных местах: на кремниевых наноплощадках или иглах, синтезируем монокристаллы  $\text{VO}_2$ . Такой подход открывает возможность массового формирования высокоточных, дешевых  $\text{VO}_2$  наноприборов», — объясняет соавтор статьи заведующий лабораторией физики и технологии трехмерных наноструктур ИФП СО РАН член-корреспондент РАН Виктор Яковлевич Принц.

Ранее в мире в основном синтезировались и исследовались поликристаллические пленки  $\text{VO}_2$ . Низкое качество таких пленок не позволяло использовать их для электронных приложений. Например, в 2015 году рекордное количество переключений, которое выдерживали пленки, не превышало одного миллио-

на, что означало деградацию прибора после секунды воздействия мегагерцового сигнала. Миллиарды кремниевых транзисторов в сотовых телефонах и компьютерах безотказно работают, прежде всего потому, что они формируются из практически идеального монокристалла кремния.

«Несколько лет назад, когда мы только начинали работать с  $\text{VO}_2$ , мы поставили перед собой амбициозную цель — создать высококачественный материал и довести технологию до промышленного внедрения», — подчеркивает Виктор Принц.

«Изучив различные условия синтеза монокристаллов  $\text{VO}_2$  из газовой фазы, мы с помощью комплексных исследований морфологии, атомной структуры кристаллов, их состава и электрических характеристик показали, что высококачественные монокристаллы диоксида ванадия синтезируются только при соблюдении оптимальной температуры около 460 °С. Отклонение от нее даже на 20 °С приводит к синтезу дефектных кристаллов, состоящих из нескольких фаз. Мы гарантированно можем выращивать монокристаллы  $\text{VO}_2$  М-фазы с практически идеальными характеристиками. Именно кристаллы М-фазы способны переключаться из полупроводникового состояния в металлическое при температурах близких к комнатной. Более того, мы научились управляемо синтезировать не только отдельные нанокристаллы и их массивы, но и более сложные структуры  $\text{VO}_2$  в виде трехмерных массивов наноконечий. Отметим, что до наших работ такой управляемый синтез отсутствовал», — говорит соавтор

статьи научный сотрудник лаборатории физики и технологии трехмерных наноструктур ИФП СО РАН Сергей Владимирович Мутилин.

Трехмерные массивы наноконечий оксида ванадия могут служить, в частности, оптическими резонаторами в перестраиваемых метаматериалах. Это дает новые возможности для динамического управления светом, в том числе для развития быстродействующих систем передачи и обработки информации.

«Часто, чтобы получить результат, необходимы нестандартные решения. Для формирования уникальных наноконечий  $\text{VO}_2$  мы использовали особенности глубокого травления кремния с применением попеременных процессов ионного травления и пассивации, известного под названием Бош-процесса. При таком процессе на стенках вертикальных и трехмерных структур формируются «гребешки», обусловленные циклическостью процесса. Именно на этих «гребешках», опоясывающих вытравленные цилиндрические наноструктуры кремния, нам удалось селективно синтезировать  $\text{VO}_2$  и тем самым сформировать трехмерные массивы замкнутых колец  $\text{VO}_2$ . Важно отметить, что Бош-процесс очень широко применяется в промышленности, что открывает для нашей технологии возможность внедрения в производство. Мы предполагаем, что наш подход можно распространить на другие перспективные материалы», — добавляет Виктор Принц.

Исследование выполнялось в рамках проекта РФФИ № 18-19-00694.

Пресс-служба ИФП СО РАН

## Содержание искусственных радионуклидов в Енисее снижается

Красноярские ученые оценили скорость исчезновения искусственных радиоактивных изотопов из растительности Енисея. За последние 15 лет содержание большей части техногенных радионуклидов снизилось, и они не обнаруживаются в водных растениях реки. Однако изотоп цезия всё еще присутствует в биомассе водного мха и рдеста. Результаты исследования опубликованы в журнале Journal of Environmental Radioactivity.

Загрязнение природных водоемов искусственными радиоактивными элементами — серьезная экологическая проблема. К примеру, в Енисее присутствуют радионуклиды, попавшие туда из-за сбросов предприятий по производству плутония на Горно-химическом комбинате (ГХК). Последний ядерный реактор на ГХК был остановлен весной 2010 года, но, согласно официальным общедоступным отчетам Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, радиоактивные сбросы в Енисей в допустимых по нормативам количествах продолжают.

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» при помощи двух видов водных растений экспериментально подтвердили снижение содержания большинства техногенных радионуклидов в водных растениях Енисея после остановки ядерного реактора на ГХК. В биомассе исчезли или значительно уменьшили свои концентрации почти все обнаруженные ранее радиоактивные изотопы, кроме изотопа цезия-137.

Биологи рассмотрели долгосрочные изменения загрязнения Енисея радио-



Река Енисей. Одна из точек отбора проб вблизи села Большой Балчуг

активными веществами в период с 2003 по 2018 год — во время непосредственной работы атомных реакторов и после их остановки. Для этого они использовали два вида водорослей: рдест блестящий (*Potamogeton lucens*) и водный мох (*Fontinalis antipyretica*), которые в изобилии произрастают в Енисее. Ученые измерили содержание радионуклидов в биомассе водорослей, собранных в разные годы, и оценили скорость его снижения. Водные растения широко используются в качестве биоиндикаторов, отражающих загрязнение воды и донных отложений различными металлами и радионуклидами.

Проанализировав долгосрочные временные ряды, авторы показали, что содержание радионуклидов в разных видах водных растений хорошо отражает объем ежегодных радиоактивных сбросов в Енисей. Также была изучена прочность связывания радионуклидов с биомассой растений, что необходимо для оценки дальнейшего переноса радионуклидов в реке. Радионуклиды с перио-

дом полураспада меньше одного года, изотопы скандия, железа, кобальта и хрома были обнаружены в образцах обоих видов растений в период с 2003-го по 2009 год, как раз во время эксплуатации реакторной установки. До 2011 года регистрировались радионуклиды, имеющие период полураспада около года, к ним относятся изотопы цинка и марганца. Кобальт и европий отмечались в пробах вплоть до 2018 года, однако, как отметили ученые, концентрация этих веществ значительно снизилась за последние десять лет.

Исследователи также сравнили эффективность накопления радионуклидов двумя видами растений. Работы показали, что в биомассе водяного мха содержалось в несколько раз больше кобальта, цезия и европия, чем в рдесте блестящем. Ученые связали это с большей площадью поверхности и более длинным жизненным циклом водного мха по сравнению с рдестом. В результате мох накапливает более высокие концентрации искусственных радионуклидов. Как рассказали исследователи, такая способность

дает преимущество водному мху в роли потенциального биомонитора радиоактивного загрязнения Енисея в долгосрочном масштабе, в то же время рдест блестящий будет более пригоден для оценки ежегодных поступлений радионуклидов в водоем.

«Водные растения хорошо сорбируют радионуклиды из воды, поэтому их традиционно используют для радиоэкологического мониторинга. В настоящее время в растениях и рыбе, обитающих в Енисее, уже не регистрируются короткоживущие радионуклиды, образовавшиеся в активной зоне ядерного реактора. Из гамма-излучателей регистрируется только радиоцезий, который до сих пор поступает в Енисей в разрешенных нормативами количествах. Содержание радиоцезия в рыбе значительно ниже нормативов, установленных в России. В этой работе мы показали, что растения достоверно отражают поступление техногенных радионуклидов в Енисей, поэтому могут быть использованы для рутинного радиоэкологического мониторинга на Енисее, актуальность которого не снижается, что обусловлено развитием предприятий атомной отрасли», — рассказала старший научный сотрудник Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат биологических наук Татьяна Анатольевна Зотина.

Работа была поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований и Красноярского краевого научного фонда (№ 18-44-240003).

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН  
Фото предоставлено исследователями

## Сибирские ученые разработали новый биопротез клапана сердца

В НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (Кемерово) создали новый биопротез клапана сердца. Он позволит сократить время операции, уменьшить вероятность послеоперационных осложнений и к тому же будет существенно дешевле ныне существующих транскатетерных биопротезов. Разработка уже прошла доклинические исследования на овцах и в 2021 году должна перейти к клиническим испытаниям.



В операционной НИИ КПССЗ



Доклинические исследования на овцах

В биологических протезах створчатый аппарат изготавливают обычно из ксеноперикарда крупного рогатого скота. Несмотря на то, что этот материал не вызывает тромбообразования (пациент не принимает пожизненно антикоагулянты), он всё же чужероден для организма, и потому с течением времени отторгается в результате воздействия иммунной системы. Это с учетом факторов механической нагрузки со временем приводит к дегенерации. Биоматериал протеза изнашивается и в определенный момент начинает замещаться кальцием и становится жестким. Створки протеза начинают заклинивать в среднем, промежуточном положении. Тогда он либо плохо открывается (эта патология называется стенозом), либо перестает нормально закрываться, из-за чего развивается регургитация, то есть утечка крови через клапан во время его закрывания. Это, в свою очередь, приводит к увеличению массы миокарда.

«Такая дисфункция развивается, как правило, в период от 7 до 15 лет с момента имплантации искусственного клапана сердца, и тогда протез требует замены. Здесь есть два пути. В первом случае пациенту проводится стандартная полостная операция со вскрытием грудной клетки при использовании искусственного кровообращения. Но есть проблема: чем дольше длится операция, тем сильнее активируется иммунитет, что несет отсроченные последствия для оперируемого. У него могут возникнуть проблемы в мозговом кровообращении и некоторые другие потенциально опасные осложнения. Второй вариант – транскатетерный протез. На сегодняшний день это решение является оптимальным, однако производятся подобные искусственные клапаны преимущественно за рубежом, а их закупка осуществляется в рамках отдельных специализированных квот. Одна квота составляет порядка полутора миллионов рублей на одну операцию, поэтому доступность такой технологии сильно

ограничена», – рассказывает заведующий лабораторией новых биоматериалов НИИ КПССЗ кандидат технических наук **Евгений Андреевич Овчаренко**.

Ученые НИИ КПССЗ разработали совершенно новый вариант протеза клапана сердца – конструкцию с бесшовным типом фиксации по типу «протез-в-протезе». Она будет имплантироваться за счет стенового каркаса (по аналогии с коронарным стентом) без удаления старого, ранее имплантированного протеза. В основе конструкции – металлический каркас, форма которого спроектирована на основе технологии цифровых двойников. Протез обшивается синтетическим материалом или тканью. Створчатая часть формируется из ксеноперикарда крупного рогатого скота.

«Мы предлагаем некоторое промежуточное решение. Это еще не полно-

стью малоинвазивная технология, но уже шаг в нужном направлении. По сравнению с классическими операциями по замене протеза, здесь не надо извлекать ранее имплантируемую конструкцию. Мы можем иссечь только створчатый аппарат первично имплантированного протеза, сразу завести в него новый протез и раскрыть последний с помощью баллона, – отмечает исследователь. – Это, во-первых, обеспечит меньшую травматичность операции, а во-вторых – позволит сократить время пребывания пациента на искусственном кровообращении. Чем меньше времени человек провел таким образом, тем меньше риск того, что он не перенесет операцию или у него в послеоперационный период разовьются осложнения».

На сегодняшний день протез уже прошел доклинические испытания на

овцах. Хирургические вмешательства проводила команда кардиохирургов и анестезиологов-реаниматологов в специально оборудованной операционной отдела экспериментальной медицины НИИ КПССЗ. «Эксперимент показал, что время искусственного кровообращения снижается примерно на 25 %, – говорит Евгений Овчаренко. – У овец более агрессивная чувствительность организма на инородный материал, чем у человека: выше скорость иммунного ответа, острая воспалительная реакция, выше риск тромбообразования. Можно сказать, что это достаточно тяжелая модель для исследования безопасности медицинского изделия. Если оно проходит испытания на крупных животных, то, соответственно, пройдет их и на человеке».

Следующий этап – клинические испытания. Их, как и последующее производство новых сердечных протезов, будет осуществлять ЗАО «НеоКор» (один из крупнейших производителей биопротезов клапанов сердца в РФ). Сейчас компания подает в Росздравнадзор документы на регистрацию медицинского изделия. Как только разрешение будет получено, они приступят к фазе клинических испытаний.

«Мы будем внимательно смотреть на результаты клинических испытаний и постмаркетинговых исследований, которые начнем сразу по факту внедрения протеза в продажу. Если увидим, что продукцию можно улучшить, то постараемся это сделать, чтобы изделие обладало максимальной эффективностью и безопасностью. Но главная задача, что НИИ КПССЗ и ЗАО «НеоКор» ставят перед собой, – разработка полноценной транскатетерной системы имплантации. Это уже следующий шаг, и он будет построен на базе разработанной сегодня технологии», – рассказывает Евгений Овчаренко.



Новый биопротез клапана сердца

# НИЦ «Экология» СО РАН не ограничится Арктикой

Недавно организованный Научно-исследовательский центр по проблемам экологической безопасности и сохранения благоприятной окружающей среды (НИЦ «Экология») Сибирского отделения РАН провел презентацию на площадке Российской академии наук в Москве.

«Проблемы экологии поставлены руководством страны во главу угла, — констатировал председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон, — а поскольку речь идет о мультидисциплинарной сфере, то единственным интегратором всех структур, которые могут подключиться к подготовке предложений, является Российская академия наук. Жребий сделать первый шаг выпал нашему Сибирскому отделению».

Высшим консультативным органом нового подразделения СО РАН выступит формируемый в Сибирском отделении Научный совет по проблемам экологической безопасности и сохранения благоприятной окружающей среды территорий Сибири и Арктики, который включает ведущих экспертов из ряда институтов, центров и университетов под научно-методическим руководством СО РАН. Валентин Пармон отметил: «Опираясь на успешный многолетний опыт работы Научного совета Сибирского отделения по проблемам озера Байкал, мы решили начать хотя бы частично восстанавливать те функционалы, которые были у Академии до реформы». По его словам, положение о новом научном со-

вете и состав, распределенный по нескольким тематическим секциям, будут утверждены на ближайшем заседании Президиума СО РАН. «Работать в этом органе станут не только академики с академиками и не только в рамках академических институтов», — подчеркнул глава Сибирского отделения.

Директор НИЦ «Экология» кандидат технических наук Николай Викторович Юркевич, выступая на презентации, рассказал, что идея создания центра родилась в ходе Большой Норильской экспедиции, когда руководство Сибирского отделения оперативно сформировало мультидисциплинарный временный коллектив из 38 специалистов в разных областях. В частности, используя на одном объекте три различных метода — стоячих волн, радарной интерферометрии и электротомографии, — удалось обнаружить нарушение устойчивости одной из опор недемонтированного резервуара норильской ТЭЦ-3, а также установить причину подвижки аварийного, вызвавшей разлив дизельного топлива в мае.

«Комплексирование описанных методов позволяет создать технологию мониторинга состояния инженерных кон-

струкций в криолитозоне», — уверен Николай Юркевич. Он считает, что, привлекая специалистов разного профиля из институтов под эгидой СО РАН и организовывая временные коллективы, есть возможность создания других мониторинговых и, шире, природосберегающих технологий не только для Арктики. Руководитель НИЦ «Экология» видит его работу состоящей из пяти крупных блоков: формирования проектных групп, экономического обоснования и методического обеспечения проектов, их научного сопровождения (включая создание пула аккредитованных лабораторий) и экспертизы, целевой подготовки кадров (в том числе по специальным образовательным программам), разработки в области нормативного регулирования и метрологического обеспечения.

«Результаты работы академического НИИ, выполняющего госзадание, в сегодняшнем виде малоприменимы для промышленности, от которой поступают запросы на готовые технологии, продуктивные решения, — обобщил Н. Юркевич. — Научные знания требуют адаптации к задачам бизнеса, в том числе и в сфере экологии, которая се-

годня вошла в национальные приоритеты и стратегии». Академик В. Н. Пармон уточнил, что, являясь структурным подразделением СО РАН, НИЦ «Экология» не будет работать на бюджетные средства. «Поскольку проблем накопилось много, мы надеемся, что найдется и немало заказчиков», — сказал глава Сибирского отделения.

Валентин Пармон считает, что НИЦ «Экология» СО РАН сможет стать узлом генерации доступных экологических технологий и прообразом более крупной распределенной структуры, выполняющей эти задачи. «Мы создаем сегодня центр компетенций, обеспеченный площадкой, необходимым минимумом оборудования. Но его работа будет происходить в основном в сетевом режиме, в системе договорных отношений со многими соисполнителями и компаниями-заказчиками, — прогнозирует глава Сибирского отделения. — Более мощная структура, которая может вырасти на его основе, должна работать в интересах не только Сибири и Арктики, но и России в целом».



## От большой экспедиции — к большим проектам

Известный экономист академик Валерий Анатольевич Крюков считает важнейшим итогом Большой Норильской экспедиции (БНЭ) не только огромный объем научных данных, но и возможность перехода к новой парадигме социальной ответственности и научного сопровождения компаний, работающих в Арктике, к комплексным программам ее развития.

Директор Института экономики и организации промышленного производства СО РАН и действительный член Норвежской научной академии полярных исследований выступил на презентации итогов БНЭ в Российской академии наук перед учеными, промышленниками, депутатами, экологами и журналистами. Он обратил внимание аудитории на опыт зарубежных добывающих компаний, в обязательном порядке создающих ликвидационные фонды: как для покрытия затрат на устранение последствий возможных экологических нарушений, так и для рекультивации после завершения добычи на месторождениях и закрытия перерабатывающих производств.

По словам Валерия Крюкова в мировой практике последствия малых негативных для экологии событий устраняются за счет текущего бюджета компании и страховых фондов, событий крупных (например, закрытия рудника) — из ликвидационных, чрезвычайных — за счет активов компании и государственной поддержки. «Разлив дизельного топлива в Норильске можно определить как условно малое событие, но всё, что десятилетиями происходило до этого, суммируется в чрезвычайное», — считает академик. «Ситуация в Норильском промышленном районе не уникальна, — подчеркнул В. Крюков. — Есть Кольский полуостров, Среднее Приобье, Чукотка и другие места, где проблемы во многом аналогичны».

«Такая компания-лидер, как «Норникель», могла бы продемонстрировать

опережающую постановку проблем и задач в научно-технологической, экологической и социально-экономической сферах деятельности в континентальной Арктике, — считает В. А. Крюков. — В основе должна лежать ориентация на рост отдачи от деятельности компании не только для ее акционеров, но и для государства и общества. Не следует отождествлять социальную ценность бизнеса только с налогами и рабочими местами в районах добычи». При этом, как отметил экономист, именно «Норникель» «...определяет вектор развития и практически все условия жизни огромных территорий и их населения».

Второй мировой тренд, которому следует соответствовать и российским корпорациям, — это создание специализированных исследовательских структур, ведущих научное сопровождение ресурсодобычи, в том числе в целях минимизации экологических рисков и вреда. Наиболее известным и эффективным примером Валерий Крюков назвал норвежскую SINTEF, имеющую нескольких соучредителей, которые не вправе вмешиваться в ее управление и текущую профессиональную работу. «Важнейшее направление деятельности компании-лидера — поддержание и развитие сервисных компаний, от научно-технологических до социально обеспечивающих», — подчеркнул докладчик.

Академик В. Крюков считает, что Сибирское отделение РАН могло бы выступить вместе с организациями-партнерами (например, Сибирским федеральным

университетом в Красноярске) соучредителем комплексного института по разработке новых подходов и сценариев для ведения хозяйственной деятельности в Арктике. «Сибирское отделение при этом способно самостоятельно организовывать исследования в тех областях, где имеется уникальный опыт и компетенции — например, мерзлотоведение, работа с big data. За тысячей страниц полного отчета БНЭ стоят миллионы единиц информации. СО РАН готово координировать разработку систем накопления, обобщения и применения разнообразных данных о состоянии и динамике природных и технологических систем в Арктике, а также на первых ролях участвовать в научно-технологической экспертизе проектов и решений по различным направлениям деятельности в Арктическом поясе России», — считает экономист.

«Важным начинанием в этом направлении могла бы стать разработка программы коренной реконструкции и обновления основных активов Норильского промышленного района — на основе современных технологий, материалов, условий эксплуатации и ликвидации, — предположил В. А. Крюков. — Данные БНЭ могут составить отправной массив информации для разработки условий и требований к предлагаемым решениям». Экономист сообщил, что такая перспектива уже обсуждалась на слушаниях в Совете Федерации.

Более широкими инициативами академик Валерий Крюков обозначил созда-

ние плана-перспективы сбалансированного и комплексного развития Центрально-Арктического региона (Норильский промышленный район, полуостров Таймыр, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Северо-Запад Якутии плюс акватория прилегающих морей) и апробацию процедур взаимодействия различных групп участников при решении проблем развития Арктики в современных условиях (субъекты федерации, муниципалитеты, бизнес-структуры, российские и международные эксперты, сообщества коренных народов).

«Такой комплекс задач уже выходит за рамки компетенций одного Сибирского отделения РАН, дай бог всей Российской академии наук поднять этот огромный пласт проблем и вопросов, — убежден Валерий Крюков. — Поэтому здесь очень важна способность работать вместе. СО РАН может консолидировать, объединить, пригласить к сотрудничеству институты и специалистов со своей орбиты, но нужна более сложная детализация процедур взаимодействия всех участников этого сложнейшего проекта».

«От умения собирать и анализировать данные надо переходить к их генерализации, к оценке всех косвенных и долговременных решений, как принимаемых, так и свершившихся, — обобщил итоги БНЭ академик В. А. Крюков. — Это колоссальная задача, и кому как не нам ее решать».



# БНЭ: исследования необходимо продолжать

На московской площадке Российской академии наук состоялось обсуждение итогов полевого и лабораторного этапов Большой Норильской экспедиции (БНЭ), организованной Сибирским отделением РАН и компанией «Норникель».

Начальник сводного полевого отряда БНЭ (38 специалистов из 14 институтов Новосибирска, Томска, Красноярска, Барнаула и Якутска) кандидат технических наук **Николай Викторович Юркевич** представил также отчет от направления «Геофизика и геохронология». В нем отмечена двойственность ситуации: с одной стороны, в Норильском промышленном районе (НПР) достаточно высокие концентрации различных загрязнителей (веществ-загрязнителей), как техногенных, так и природных, накопленных за десятилетия эксплуатации территории, с другой — последствия разлива нефтепродуктов не оказали критичного влияния на экосистему Норило-Пясинского бассейна. «Следы загрязнения очевидны до устья реки Амбарной, а в южной части озера Пясино, куда она впадает, минимально идентифицировались лишь одновременно по данным ГИС», — уточняется в отчете. Выступая на презентации, Н. Юркевич назвал этот водоем «природным сорбирующим элементом».

Директор Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН член-корреспондент РАН **Николай Николаевич Крук** также ссылаясь на данные дистанционного геомониторинга, добавив результаты бурения донных отложений водоемов. Космическое зондирование дало возможность анализа спектров разлившегося дизтоплива. «Первая порция горючего успела до постановки бонов дойти до устья Амбарной и озера Пясино исключительно в его южной оконечности, затем спектральное пятно исчезает полностью», — сообщил ученый. Эта картина отображается и в состоянии донных отложений, в которых дизтопливо и продукты его разложения распределены в аналогичных локациях. «Загрязнения разлившимся горючим в основной части озера Пясино не обнаружено, попадание его в Карское море исключено, — сделал вывод исследователь, объяснив причины: — В донных отложениях даже непосредственно из эпицентра аварии наблюдается изменение состава дизельного топлива: более легкие фракции уже разрушены микроорганизмами и/или испарились».

Заведующий лабораторией экспериментальной гидробиологии Института биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» член-корреспондент РАН **Михаил Иванович Гладышев** детально информировал о высокой способности водоемов Таймыра к бактериальному самоочищению, предложив для ускорения этого процесса разработать препарат на основе аутохтонных окисляющих бактерий. Это актуально, например, для озера Пясино, экосистема которого минимально пострадала от случившегося в мае аварийного разлива топлива. Озеро утратило рыбопромысловое значение еще в 1950-е годы, отчего нет смысла высчитывать ущерб его рыбным запасам, тем более с учетом стоимости запуска в водоем новых мальков. «Прежде чем осуществлять зарыбление Пясино ценными видами, — уверен М. Гладышев, — необходимо восстановить его экосисте-



А. Е. Бугров и В. Н. Пармон

му, кормовую базу, природное качество воды». Ученый сообщил, что в Институте биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН разработаны и апробированы методы биоманипуляций для решения подобных задач.

Директор Института водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул) доктор биологических наук **Александр Васильевич Пузанов** отметил: «Содержание нефтепродуктов в поверхностных водах значительно выше фоновых в ручье Безымянный, реках Далдыкан и Амбарная только до линии бонов, что свидетельствует об эффективности их применения». Ученые солидарно рекомендовали в весенне-летний период 2021 года продолжить использование бонов, чтобы не допустить во время половодья и паводков распространения загрязнителей, смытых с водосборного бассейна и из донных отложений водотоков.

О состоянии многолетнемерзлых грунтов рассказал директор якутского Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН доктор геолого-минералогических наук **Михаил Николаевич Железняк**: «Хранилище аварийного дизельного топлива было построено на небольшой площадке (600 на 150 метров) с очень неровными (сегодня) температурами мерзлых грунтов: от -0,5 до -4,2 °С на глубине десять метров. Мерзлый слой в районе техногенного воздействия нарушен, обнаружены талики, один из которых стал причиной потери устойчивости пятого резервуара ТЭЦ-3 и, как следствие, — разлива нефтепродуктов». Ученый подчеркнул, что формирование таликов началось практически сразу после сдачи объекта в эксплуатацию, то есть в 1980-х годах, а также полностью климатическую природу протаивания грунтов под хранилищем.

Почвы НПР стали предметом сообщения врио директора Института почвоведения и агрохимии СО РАН доктора биологических наук **Владимира Алексеевича Андроханова**. «Опасного содержания дизельного топлива не выявлено даже в непосредственной близости к месту аварии, — констатировал он, — также отмечена небольшая, до 30–40 сантиметров, глубина проникновения нефтепродуктов в почву». Ученый связал это с мерзлым состоянием грунтов и частичным испарением дизельного топлива.

Он считает, что последствия майского разлива можно свести к нулю в течение одного-двух лет, но напомнил, что на исследуемой территории наблюдается повышенный геохимический фон по некоторым элементам: «Он связан с наличием здесь крупных месторождений цветных металлов, активно разработанных в течение нескольких десятилетий, поэтому необходим постоянный мониторинг поступления загрязнителей в природные экосистемы и установление максимально допустимого уровня воздействия», — подчеркнул В. Андроханов.

«В зоне контакта с нефтепродуктами оказались небольшие и немногочисленные участки мелководий и речных кос с разреженной растительностью, которые слабо заливались весенними водами», — сообщил доктор биологических наук **Михаил Юрьевич Телятников** из Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, объясняя отсутствие сгоревших от дизтоплива растений даже в непосредственной близости от места разлива. Биолог также сообщил о стабильной численности мелких млекопитающих на территории НПР в 2020 году в сравнении с подсчетами 2017 года и развеял звучащие в прессе опасения о возможном влиянии последствий майской аварии на сезонные миграции птиц и тем более диких северных оленей.

«Выгоднее предвосхитить техногенные загрязнения, чем заниматься их ликвидацией», — считает директор Института экономики и организации промышленного производства СО РАН академик **Валерий Анатольевич Крюков**. — Требуется наладить непрерывный процесс научного сопровождения возникающих новых и всё более сложных задач в ситуации изменения климата и техногенного прессинга на горную и природную среду». Наиболее эффективным путем экономист считает создание (под эгидой и при организующей роли государства) комплексных целеориентированных научно-исследовательских организаций. «Разработки и выводы исследователей должны иметь не только рекомендательный, но и обязательный для исполнения характер, — настаивает ученый. — Это может обеспечиваться системой государственного управления фондом недр».

На встрече по итогам БНЭ прозвучали как оценки состояния экосистем НПР и всего Таймыра, так и первые рекомендации по их восстановлению и сохранению. В числе таких рекомендаций — модернизация государственной системы экологического мониторинга и создание аналогичной в «Норникеле», при этом особое внимание должно уделяться устойчивости всех инженерных конструкций и местам хранения вредных веществ. Сибирские ученые готовы разработать технологии комплексного слежения за такими объектами, а также биоремедиации почв и воды препаратами на основе аутохтонных углеводородоокисляющих микроорганизмов, включая взятые из проб в период экспедиционных работ. Применение же поверхностно активных веществ при устранении последствий разлива нефтепродуктов категорически не рекомендуется, поскольку приведет к переходу ранее накопленных тяжелых металлов в подвижные формы. Этим далеко не ограничивается перечень рекомендаций научного, технологического, природоохранного, организационного и юридического плана.

«Проблема экологии в Арктике — комплексная, и разрешить ее в интересах государства можно только в союзе науки, бизнеса, властных структур и общественности, — подчеркнул председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**. — Мы показали на примере БНЭ, что Академия наук и после реформы способна мобилизоваться на решение комплексных задач, но эта экспедиция была бы неосуществима без поддержки «Норникеля», без заинтересованного отношения бизнеса. То, что мы сделали, в науке называется срезом, причем сделанным через два месяца после аварии. Сейчас важно организовать мониторинг дальнейшего течения событий в экосистемах Норильского промышленного района, особенно по водостокам, не дожидаясь начала половодья».

«Задачи БНЭ были не только в том, чтобы исследовать причины и последствия инцидента на ТЭЦ-3 Норильска, но и в том, чтобы начать масштабное и комплексное изучение экосистем Таймыра и климатических изменений последних десятилетий, — акцентировал со стороны «Норникеля» его старший вице-президент **Андрей Евгеньевич Бугров**. — Компания тщательно изучит отчет, представленный в Академии наук, и будет продолжать сотрудничество с фундаментальной наукой для внедрения новых подходов к хозяйствованию в Арктике в условиях усиления экологических требований государства, запроса общества на чистые производства. Не исключая, что одним из результатов экспедиции станет создание некоторых правил, в том числе и нормативных актов государственного значения, определяющих порядок ведения хозяйственной деятельности в арктических районах с очень хрупкой экосистемой».

## Общее собрание РАН: развитие атомной отрасли и вклад ученых

Общее собрание РАН, прошедшее в Москве, было посвящено юбилею госкорпорации «Росатом», вкладу исследователей академической и отраслевой науки в это направление и дальнейшему развитию сотрудничества двух научно-технологических гигантов.

Почетный научный руководитель Российского федерального ядерного центра — Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики академик **Радий Иванович Ильякаев** рассказал о вкладе Академии наук в создание атомной отрасли. Практические работы начаты в 1943 году, были созданы технологии получения ключевых ядерных материалов, появился ядерный оружейный центр, полигон для ядерных испытаний, налажено сотрудничество предприятий, организаций и институтов. Радий Ильякаев отметил вклад основателя Сибирского отделения РАН академика **Михаила Алексеевича Лаврентьева**, интересы которого лежали в области изучения процесса взрыва. Несмотря на то, что в США исследования в атомной отрасли начались раньше, напряженный труд российских ученых позволил в короткие сроки провести необходимые работы и достичь сходного потенциала в вооружении. «Таким образом, Советский Союз справился с задачей по созданию принципиальных научных основ разработки атомного и термоядерного оружия», — резюмировал Радий Иванович. Он акцентировал, что сегодня необходимо создавать и развивать принципиально новую экспериментально-испытательную базу, которая позволит гарантировать безопасность и надежность нашего ядерного потенциала до конца XXI века.

Вице-директор Объединенного института ядерных исследований (Дубна) академик **Борис Юрьевич Шарков** представил доклад о взрывах, мощных ударных волнах и экстремальных состояниях вещества, подготовленный коллективом ученых под руководством недавно ушедшего из жизни академика **Владимира Евгеньевича Фортва**.

При создании ядерного оружия область науки, связанная с экстремальным состоянием вещества, получила особую актуальность и значимость. «При любом резком повышении давления в газе или жидкости возникает волна сжатия — ударная волна, — рассказал Борис Шарков. — Она распространяется по сжимаемой среде, переводя ее в более плотное состояние. Ударная волна представляет собой границу скачкообразного перехода от состояния исходного вещества к состоянию сжатого».

Ученый перечислил различные методы и установки, с помощью которых проводятся эксперименты по обеспечению экстремального состояния вещества в воспроизводимых условиях: например, использование интенсивных ионных пучков, комбинированное воздействие сверхмощных лазерных импульсов сверхъяркого синхротронного рентгеновского излучения и так далее.

Директор Института лазерно-физических исследований Российского федерального ядерного центра — Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (РФЯЦ — ВНИИЭФ) академик **Сергей Григорьевич Гаранин** в своем сообщении рассказал о мощных лазерах, применяющихся в области физики высоких плотностей энергии.

Современные лазеры, по словам физика, работают со всеми агрегатными

состояниями вещества: газообразным, твердым, жидким, состоянием плазмы, лидером же в разработках и применении считаются лазеры с диодной накачкой.

«Перспективные задачи по созданию новых лазерных установок мы решаем в кооперации с исследователями академических, ведомственных и учебных организаций из различных российских научных центров, — отметил Сергей Гаранин. — Также важным направлением нашей деятельности является подготовка высококвалифицированных специалистов в области лазерных и плазменных технологий».

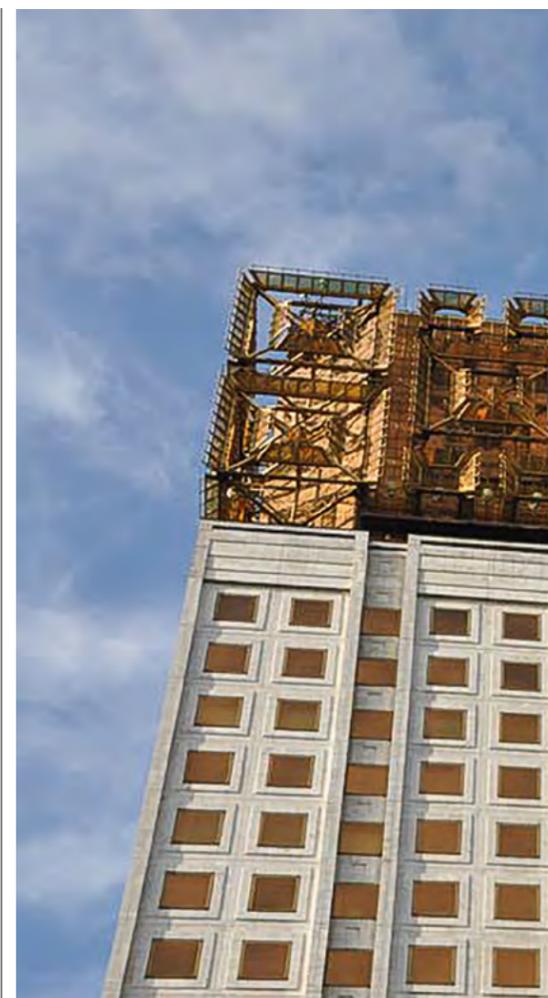
Академик **Борис Николаевич Четверушкин** (Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН) рассказал, как развиваются вычислительные и информационные технологии для атомной отрасли. Так, в лазерном термоядерном синтезе существует проблема сжатия вещества. Здесь необходимо обеспечить сферичность, но этому мешает возникновение различного рода неустойчивостей, турбулентностей. Чтобы их описывать, нужны подробные пространственные сетки, и поэтому в сотни раз увеличиваются потребности в вычислительных мощностях. Кроме того, необходимы алгоритмы, которые позволят использовать эти вычислительные мощности. Создание таких алгоритмов — одна из важнейших задач современных вычислительных и информационных технологий. Другая проблема заключается в уравнивании переноса, для решения которых важны машины эксафлопсного класса. Институт совместно с партнерами ведет работы по созданию динамической балансировки и загрузки, построению визуализации для систем сверхвысокой производительности. Также здесь решают задачи по моделированию пространства и переноса подземных радиоактивных загрязнений, расчету реакторов и свойств материалов, моделированию процессов аварий на атомных электростанциях. Кроме того, ученые занимаются вопросами, связанными с применением искусственного интеллекта, — это кибербезопасность в атомной области, оценка рисков и непредвиденных техногенных ситуаций, оценка создания «умного реактора». По словам академика, необходимо усиливать взаимодействие между институтами РАН и предприятиями атомной отрасли. Кроме того, важно не жалеть деньги на создание производительной и сверхпроизводительной вычислительной техники.

Научный руководитель Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники им. Н. А. Доллежаля (НИКИЭТ) и проекта «Прорыв» доктор технических наук **Евгений Олегович Адамов** говорил про двухкомпонентную ядерную энергетику и безопасность ядерных технологий. На сегодняшний день атомная энергетика производит 19% электроэнергии в нашей стране. Уже в 2000 году она достигла лучшего уровня со времен СССР и с тех пор непрерывно повышала свою мощность, увеличивала масштаб производства энергии. «В этом году мы, наверно, выйдем на 214 кВт/ч, то есть мощность атомной энергетики с 2000 года увеличится на треть», — отме-

тил ученый. По его словам, проблемы, которые стоят перед нашей страной, связаны со сменой конкурентов. Если раньше ими для нас были Франция, США, то сейчас это Китай и Корея, которые делают дешевле и быстрее. Экспорт российской атомной отрасли на десятилетний портфель составляет 130 с лишним миллиардов долларов. Чтобы его не потерять, необходимо переходить на новые технологии атомной энергетики. Способ это сделать — добавлять к существующим тепловым реакторам реакторы на быстрых нейтронах при замыкании ядерного топливного цикла. Таким образом, необходимо постепенно замещать действующие энергоблоки (как тепловые, так и реакторы на быстрых нейтронах) блоками повышенной безопасности и эффективности. Конструкции современных реакторов решают основные проблемы, из-за которых происходили тяжелые аварии, — в частности, потерю охлаждения. «Мы надеемся, что в ближайшее время начнется сооружение реактора «БРЕСТ». Самая качественная экспертиза этого реактора была выполнена именно в РАН под руководством академика **Сергея Владимировича Алексеенко** (Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН)», — сказал Евгений Адамов. В стратегии развития атомной отрасли до 2100 года пока есть зона неопределенности, которая будет занята либо реакторами на тепловых нейтронах, либо реакторами на быстрых нейтронах — если проект «Прорыв» будет удачным.

Руководитель отделения ядерной и радиационной медицины НБИКС-центра Курчатовского института член-корреспондент РАН **Степан Николаевич Калмыков** рассказал о химических технологиях замыкания ядерного топливного цикла. «В отличие от других, ядерные науки имеют год своего рождения. Это март 1896 года, когда **Антуан Анри Беккерель** доложил о своем открытии высокопроникающих лучей в Парижской академии наук. С тех пор начался взлет науки», — прокомментировал Степан Калмыков. Он уделил особое внимание истории поэтапного развития этой научной области — от открытия радия до современных технологий — и описал направленную модификацию лигандов, использование СВЧ-излучения для получения оксидов актинидов. Ученый рассказал об отверждении и уменьшении радиоактивных отходов — по его словам, сейчас радиохимии пытаются снизить отходы на самых разных стадиях переработки ядерного топлива. «Сотрудничество между Российской академией наук, Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом», высшими учебными заведениями — это наши возможности решения важнейших задач и поиска новых технологий в области ядерной энергетики», — отметил в своем выступлении Степан Калмыков.

О перспективах термоядерных исследований говорилось в докладе директора Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» профессора, доктора физико-математических наук **Виктора Игоревича Ильгисониса**. «Мы, действительно, в конце 1950-х, в 1960-х и даже в 1970-х годах были лучшими. Не только была придумана



и реализована концепция токамака, но и достигнуты ключевые цели, которые позволили этому направлению стать лидирующим в термоядерных исследованиях», — подчеркнул Виктор Ильгисонис. Он рассказал, почему происходит некоторое торможение в исследованиях с использованием токамаков в сравнении с начальной стадией: «Дело в том, что токамак победил в соревновании просто потому, что он был технологически прост: протекающий по плазме ток в тороидальном направлении обеспечивает как формирование магнитной конфигурации, которая является идеальной ловушкой для идеального токамака, для осесимметричного удержания заряженных частиц плазмы, так и одновременно этот ток осуществляет ее нагрев. Благодаря такой идейной простоте токамаки, действительно, достаточно быстро опередили более концептуально сложные устройства». Также ученый отметил, что в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН создаются лучшие в мире инжекторы быстрых атомов, без которых современный термоядерный синтез невозможно представить.

Заведующий кафедрой металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», первый заместитель генерального директора АО «Наука и инновации» доктор технических наук **Алексей Владимирович Дуб** выступил с докладом о разработке новых материалов для перспективных проектов в области ядерной энергетики. По его словам, все базовые подходы к новым материалам, которые до этого были, фактически исчерпаны на сегодняшний день. Ученый уделил особое внимание применению компьютерного моделирования в этой области. «Использование компьютерного материаловедения и ускоренных имитационных исследований радиационной повреждаемости конструкционных материалов позволяет рассчитывать на позитивный результат, исходя из этого мы сможем стать конкурентоспособными на всемирном уровне, потому что на 2021 год стоит задача получить параметры ниже, чем 25 микрон коррозионного изно-



Президиум Российской академии наук

са в год, что позволяет проектировать реактор на другие условия», — сказал Алексей Дуб.

Научный консультант гендиректора концерна «Росэнергоатом» академик **Николай Николаевич Пономарёв-Степной** начал свое выступление с рассказа об атомных работах 1960-х годов: «Столь высоких температур, которых удалось достичь отечественным ученым, никто в мире ранее не получал». Говоря о современности, академик затронул тему производства водорода. «Большое внимание этому направлению уделяют не только правительства стран, но и коммерческие структуры. Водород и его переделы — востребованный товар. Мировая потребность в нем оценивается в 0,5 млн тонн в год к середине XXI века. По моим оценкам, сегодня в мире производится около 70 миллионов тонн водорода в год. Атомная энергия позволяет это делать экологически чистым способом. Разложение метана для производства водорода — очень перспективное направление, получить водород таким образом легче и экономичнее, чем, например, из воды», — подчеркнул Николай Николаевич.

Академик **Ашот Аракелович Саркисов** (Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН) напомнил об исторических аспектах создания атомного флота — формирование этого подразделения потребовало больших и глубоких научных заделов, разработки передовых инженерных решений и технологий, — отметив, что великие открытия в области ядерной физики коренным образом изменили облик корабельного флота и повысили его оборонные возможности. «Причем в корабельной ядерной энергетике ученые нашей страны были первыми», — подчеркнул академик. Огромный вклад в этот проект внесли научные советы АН СССР в интересах создания и совершенствования боевых и эксплуатационных характеристик атомных подводных лодок, в их числе был и Научный совет по гидродинамике, возглавляемый академиком Михаилом Алексеевичем Лаврентьевым. Академик Саркисов привел цифры: на начало 2020 года всего было построено 561 судно

(над- и подводное), из которых 265 — в Советском Союзе и России. Кроме того, ученый рассказал о программе утилизации выведенных из состава военно-морского флота АПЛ — эта программа включает в себя технологии, направленные на максимальную эффективность и безопасность.

Член-корреспондент РАН **Юрий Григорьевич Драгунов** (Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н. А. Доллежала) рассказал о малых космических ядерных установках, а также о работах последних лет в этом направлении.

Первый заместитель генерального директора — генерального конструктора АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И. И. Африкантова» доктор технических наук **Виталий Владимирович Петрунин** продолжил тему атомных станций малой мощности, отметив, что были проведены исследования, показавшие — это направление востребовано в РФ и во всем мире. «Установки для кораблей позволяют достичь и обеспечить масштабное внедрение атомных станций малой мощности», — прокомментировал ученый. — На сегодня за время создания трех поколений судовых установок накоплен опыт и сформирован облик российской реакторной установки, компактной и безопасной, обладающей многими другими характеристиками».

Виталий Петрунин рассказал, что на сегодня сдана в эксплуатацию в порту Певек плавучая атомная теплоэлектростанция «Академик Ломоносов», еще четыре подобных изготавливаются. Кроме того, разработан и начал реализовываться проект новой установки «РИТМ-400», которая предназначена для атомного ледокола нового поколения «Лидер», идет проектирование малых наземных станций, одна из них должна быть введена в эксплуатацию в 2027 году. «В судовых технологиях у нас достигнуты уникальные параметры, например реализовано толерантное топливо, а энергозапас активных зон позволяет обеспечить работу установки до десяти лет без перегрузки», — подчеркнул В. Петрунин. Он акцентировал, что в этой области есть большое

поле для сотрудничества с отраслевой и академической наукой, а также много задач, которые требуют своего развития и решения.

Обзорный доклад о технологиях ядерной медицины, которые развиваются в Национальном медицинском исследовательском центре радиологии (Обнинск), сделал его генеральный директор академик **Андрей Дмитриевич Каприн**. Ученый рассказал как о первых опытах, связанных с лечением радиационными частицами, так и о последних достижениях в этом направлении. В частности, он говорил о радиоизотопных методах лечения, радионуклидной терапии, развитии протонно-лучевой терапии, а также о создании специализированного комплекса дистанционной нейтронной терапии. Кроме того, академик Каприн коснулся непосредственно препаратов, разрабатываемых в НИИ радиологии.

Генеральный директор Государственного научного центра Российской Федерации — Федерального медицинского биофизического центра им. А. И. Бурназяна ФМБА России член-корреспондент **Александр Сергеевич Самойлов** в своем сообщении говорил о роли радиобиологии и радиационной медицины в обеспечении защиты человека от воздействия ионизирующих излучений. Начав с истории возникновения этого направления науки, докладчик рассказал об основных достижениях исследователей, которые внесли вклад в благополучие граждан не только постсоветского и российского пространства, но и всего мира. По словам спикера, в ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России накоплен огромный опыт лечения больных острой лучевой болезнью, в настоящее время ведется разработка аппаратно-программного комплекса биодозиметрии радиационных воздействий. Кроме того, отечественные ученые-медики с участием физиков-дозиметристов провели широкомасштабные экспериментальные работы в области радиотоксикологии, разработав в итоге препарат «Индралин» (в форме таблеток — Б-190). Основная область его применения — профилактическое или незамедлительное использование при гамма- и гамма-нейтронном облучении. Сегодня данный радиопротектор повсеместно распространен на объектах государственной корпорации «Росатом», Министерства обороны Российской Федерации, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. «Масштаб проведения доклинических и клинических экспериментальных исследований радиопротекторов сегодня сопоставим с проведением исследований для лечения новой коронавирусной инфекции. Неслучайно многие проводят справедливую аналогию между COVID-19 и радиацией: они невидимы и представляют серьезную опасность для жизни и здоровья. Кроме того, отвечая на запросы времени, ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России совместно с Национальным исследовательским центром эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н. Ф. Гамалеи разработал технологию радиационной обработки средств индивидуальной защиты, применяемых при работе с COVID-19. Внедрение нашего метода позволит повторно использовать спецодежду в случае возникновения чрезвычайной ситуации», — отметил Александр Сергеевич. Об эффективности работы исследователей в области радиационной безопасности говорят показатели профессиональной заболеваемости среди работников «Рос-

атома». Согласно статистике, за последние десять лет не было зафиксировано ни одного случая острой хронической лучевой болезни или местных лучевых поражений.

Руководитель Центра международной безопасности Института мировой экономики и международных отношений им. Е. М. Примакова РАН академик **Алексей Георгиевич Арбатов** и научный руководитель Института Соединенных Штатов Америки и Канады РАН академик **Сергей Михайлович Рогов** выступили с совместным докладом «Глобальная стабильность в ядерном мире». По словам Алексея Георгиевича, в последние годы наблюдается серьезный кризис стратегической стабильности, в основе которого лежат неудачные попытки контроля систем вооружения, что в будущем ведет лишь к ухудшению политических отношений между Россией и США. Оба государства располагают более чем шестью тысячами боевых ядерных зарядов, при этом на взаимоотношения этих соперничающих стран постоянно оказывают влияние различные дестабилизирующие факторы, и вся сложившаяся ситуация опасна для существования человечества. «Для сохранения перспективы безопасного существования нашего мира необходимо продолжать международную работу в направлении заключения соглашений о сокращении и ограничении стратегических наступательных вооружений. Однако, к сожалению, пока никто и никогда не предложил перспективной схемы всестороннего ядерного разоружения», — сказал Алексей Арбатов.

Сергей Михайлович Рогов продолжил мысль коллеги и сообщил, что недавно Институт США и Канады РАН и Институт Европы РАН закончили совместный проект с участием ведущих российских и западных экспертов по контролю над вооружениями, по итогам которого были опубликованы рекомендации по сокращению рисков военной конфронтации между Россией и НАТО в Европе. Документ содержит предложения по возобновлению практического диалога, предотвращению инцидентов, ограничению на развертывание вооруженных сил, проведению переговоров по ракетам средней дальности и противоракетной обороне, а также сохранению действующих договоров. «Несмотря на предпринимаемые усилия как у США, так и у России на вооружении есть небольшое количество неразвернутых ракет и бомбардировщиков, которые в случае кризиса могут быть дозагружены боезарядами», — отметил спикер.

В заключение мероприятия выступил министр науки и высшего образования РФ **Валерий Николаевич Фальков**, отметивший, что, несмотря ни на что, год был плодотворным и удалось запустить несколько десятков крупных научных проектов. «Я хочу поблагодарить за крупные, масштабные проекты, которые не были бы реализованы без участия Российской академии наук, ее Сибирского, Уральского, Дальневосточного отделений. Например, строительство Сибирского кольцевого источника фотонов, установки класса мегасайнс, который должен быть завершен к 2024 году и который, конечно, является долгожданным, очень значимым в целом в научной инфраструктуре», — сказал В. Фальков. Он поблагодарил членов РАН за активную экспертную деятельность и подчеркнул, что именно в Академии наук всегда вершилась история научно-технологического развития страны.

## Вниманию читателей «НвС» в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ, литературном магазине «КапиталЪ» (ул. Максима Горького, 78) и Выставочном центре СО РАН (ул. Золотодолинская, 11, вход № 1, 2-й этаж).

Адрес редакции, издательства:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел.: 238-34-37.

**Мнение редакции может  
не совпадать с мнением авторов.  
При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна.**

Отпечатано в типографии  
ООО «ДЕАЛ»: 630033, г. Новосибирск,  
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 15.12.2020 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 1 700 экз.  
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
России, ISSN 2542-050X.  
Подписной индекс 53012  
в каталоге «Пресса России»:  
подписка-2020, 2-е полугодие.  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru  
Цена 11 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2020 г.

Последний в этом году, 50-й номер  
«Науки в Сибири» выйдет 24 декабря.

## ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забывайте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это: — 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно; — 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски; — статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном; самые свежие новости о работе руководства СО РАН; — полемичные интервью и острые комментарии; яркие фоторепортажи; подлинные материалы с конференций и симпозиумов; — объявления о научных вакансиях и поздравления ученых. Если вы хотите забирать газету в здании Президиума СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (проспект Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн–пт, с 9:30 до 17:30). Стоимость полугодовой подписки — 200 руб. Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».



По этой ссылке  
вы можете  
присоединиться  
к нашей группе  
в «Фейсбук»

Сайт «Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

## АЛЕКСЕЙ ТИМОФЕЕВИЧ ГАЙНОВ (26.02.1929 — 16.11.2020)



**Алексей Тимофеевич Гайнов** был одним из старейших сотрудников Сибирского отделения Академии наук, представителем сибирской научной школы алгебры и логики. Являлся специалистом в области алгебры, теории колец.

А. Т. Гайнов родился 26 февраля 1929 г. в крестьянской семье, в с. Хмельники Ярославской области. Его детство и отрочество пришлось на суровые предвоенные и военные годы, но благодаря природной одаренности Алексей учился только на «отлично». В 1949 г. он окон-

чил школу с золотой медалью и поступил в знаменитый Ивановский государственный педагогический институт (ИГПИ). Там он познакомился со своей будущей женой и подругой всей жизни Алевтиной Михайловной и встретил своего научного руководителя, будущего академика, Анатолия Ивановича Мальцева. В 1953 г. А. Т. Гайнов с отличием окончил институт, а в 1956 г. — аспирантуру ИГПИ.

Свою трудовую деятельность Алексей Гайнов начал старшим преподавателем в Омском государственном педагогическом институте (1956–1959). По приглашению академика А. И. Мальцева в августе 1959 г. Алексей Тимофеевич переехал в Новосибирск и был зачислен на должность младшего научного сотрудника в Институт математики СО АН СССР. В 1961 г. А. Т. Гайнов получил ученую степень кандидата физико-математических наук. В том же году он был назначен научным секретарем института, а в 1967 г. был переведен на должность старшего научного сотрудника.

А. Т. Гайнов внес большой вклад в науку, им опубликовано более 85 научных работ. Наиболее широко известные результаты А. Т. Гайнова — описание тождеств алгебр с ассоциативными степенями и бинарно-лиевых алгебр. Но его главным делом в науке было развитие созданной им теории нового класса композиционных алгебр — монокомпозици-

онных алгебр. В 2015 г. в свет вышла его монография «Монокомпозиционные алгебры». Научные труды А. Т. Гайнова навеки останутся в золотой коллекции мировых научных результатов, по ним будут учиться и расти новые поколения молодых математиков.

В НГУ А. Т. Гайнов преподавал с сентября 1960 г. до 2011 г., с 1972 г. — в физико-математической школе НГУ (до 2012 г.), с начала 1990-х — в Высшем колледже информатики НГУ. В 1994 г. ему присуждено ученое звание профессора по кафедре алгебры и математической логики. Профессор А. Т. Гайнов был преподавателем самой высокой квалификации, за более полувека он воспитал несколько десятков поколений студентов и школьников, в 2006 г. стал лауреатом премии Фонда Дмитрия Зимина «Династия» в номинации «Учитель, воспитавший ученика».

Ученики, коллеги, друзья и все, кто знал Алексея Тимофеевича, говорят о нем, как об очень добром, трудолюбивом, отзывчивом и жизнерадостном человеке, очень порядочном и честном. Был прекрасным семьянином. Светлая память о нем дорога всем, кто имел счастье с ним общаться.

**Коллектив ИМ СО РАН, ректорат НГУ,  
коллеги, друзья, ученики, семья  
Гайновых, Трашкеевы**

## ВОПРОС УЧЕНОМУ

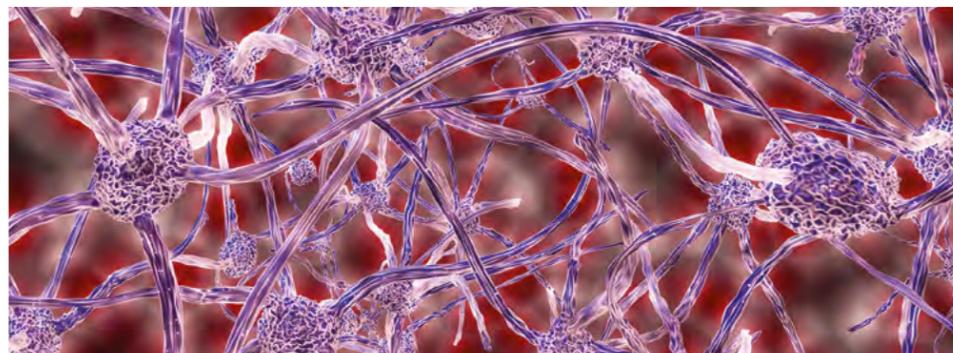
### Правда ли, что нервные клетки не восстанавливаются?

**Нам с детства говорят, что необходимо лишний раз не нервничать, потому что нервные клетки не восстанавливаются. Правда ли это или миф? Нервные клетки действительно умирают, когда мы нервничаем, и насколько этот процесс опасен для организма (есть ли связь с уровнем стресса, то есть перед экзаменом или в случае аварии на машине сопоставимо ли количество умерших нервных клеток)? Насколько критичен этот процесс для нервной системы?**

Отвечает научный сотрудник лаборатории нейрогеномики поведения ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» кандидат биологических наук **Антон Сергеевич Цыбко**:

«Представление о том, что нервные клетки не восстанавливаются, скорее, миф. Нервная система вообще очень пластична. В нашем мозге постоянно образуются новые нервные клетки (у человека — по 700 каждый день). Но так происходит не повсеместно в мозгу, а только в нескольких особых областях — нейрогенных нишах. Их немного, и одной из таких является субгранулярная зона гиппокампа. Он скрыт под корой мозга, но выполняет важную функцию в процессах обучения и памяти. Это своеобразный микропроцессор, который обрабатывает и перераспределяет информацию о пространстве, в котором мы живем. Образующиеся нервные клетки встраиваются в существующие нервные сети и помогают гиппокампу справляться с ворохом задач.

Стресс, увы, неотъемлемая часть нашей жизни. Стрессовые ситуации могут отличаться по силе и продолжительности, но всегда связаны со специфической реакцией организма. Она заключается в усиленном выбросе стрессовых гормонов — глюкокортикоидов. Они, как сигнал тревоги, мобилизующий организм к реакции, которая получила название «бей или беги». Будь перед нами голодный тигр или рассерженный преподаватель на экзамене, система реагирует одинаково (разве что уровень глюкокортикоидов может повышаться в разных



пределах). Так сложилось: с точки зрения эволюции, мы всё еще первобытные охотники в саванне. Но у глюкокортикоидов есть и «темная сторона», неочевидная и скрытая от глаз. Как показали исследования на животных, глюкокортикоиды останавливают деление клеток в нейрогенных нишах и снижают выживаемость уже появившихся нейронов. Да, в некотором смысле стрессовые гормоны убивают нервные клетки.

Глюкокортикоиды — это стероидные гормоны, у них нет рецепторов на поверхности клеток, вместо этого они, словно непрошенные гости, заходят прямо в клеточное ядро и напрямую вмешиваются в процесс считывания информации с генов. Так стрессовые гормоны подавляют синтез особых белков — нейротрофических факторов. Без них нарушается сложность нейрональных отростков, уменьшается их количество, исчезают синапсы. Представьте себе нервную клетку как увядающее деревце с опадающими листьями и веточками. Неприглядная картина. Работа нервных се-

тей нарушается, нарушаются и когнитивные функции, эмоциональный контроль. Длительный стресс и возникающие проблемы с нервными связями могут иметь серьезные, далеко идущие последствия для психического здоровья. Однако не стоит отчаиваться: как показывают исследования, если действие глюкокортикоидов прекращается, нейрогенез восстанавливается и нейроны возвращают себе прежнюю функциональную форму.

Про то, как стресс влияет на мозг и как стрессовые гормоны провоцируют психические заболевания, можно написать книгу (и не одну!), поэтому предложенный здесь взгляд является, конечно, упрощенным. Картина работы мозга невероятно сложна, всегда найдется множество оттенков и полутонов. Но, как показывают исследования, распространенная точка зрения о том, что стресс плохо влияет на нервные клетки, недалеко от истины. В заключение могу сказать только одно: не волнуйтесь по пустякам!»

**Иллюстрация из открытых источников**