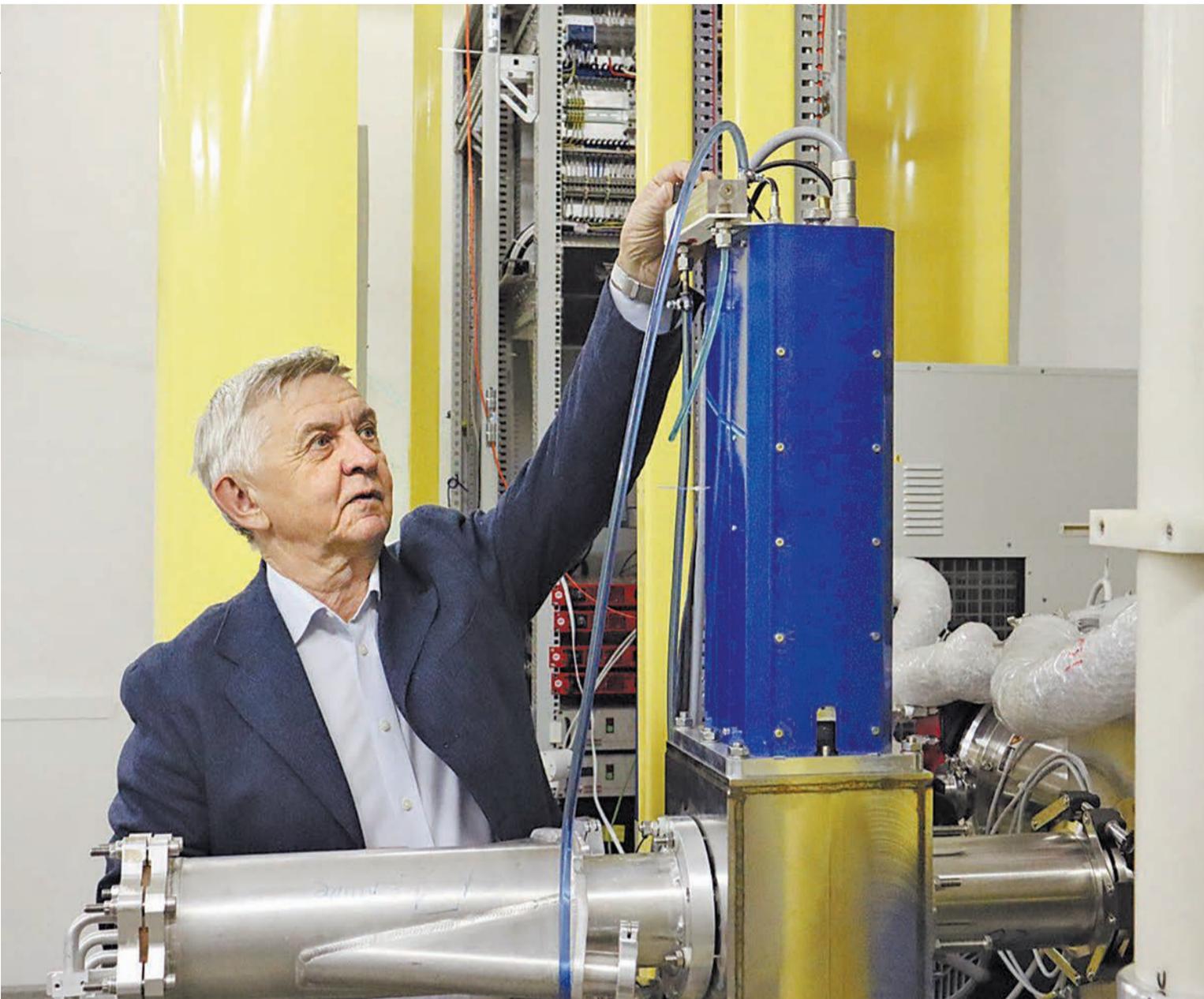


Фото А.Сковородиной



пример, американские физики отработывали метод на мышах еще во время Второй мировой войны, однако эксперименты с людьми тогда не увенчались успехом. Но спустя почти сто лет прорыв все-таки произошел, причем Россия здесь находится на передовых позициях. Об этом поведал участникам конференции руководитель проекта 19-72-30005 «Разработка ускорительного источника эпитепловых нейтронов и проведение бор-нейтронозахватной терапии злокачественных опухолей» доктор физико-математических наук Сергей Таскаев (на снимке) (Институт ядерной физики СО РАН).

- Эта красивая и сложная методика терапии злокачественных опухолей (например, глиобластом) предъявляет очень серьезные требования к пучку нейтронов. С точки зрения физики было понятно, какое решение станет идеальным. Как ни удивительно, но нам удалось воплотить его в жизнь, - рассказывает корреспонденту «Поиска» Сергей Юрьевич. - Мы создали новый тип ускорителя заряженных частиц, причем использовали литиевую мишень, которая считалась нереализуемой. Это был длинный путь, и основную поддержку с самого начала оказал Российский научный фонд, еще 10 лет назад выделив грант на создание лаборатории для реализации наших идей. С тех пор мы уже переросли в лабораторию мирового уровня, которая ставит перед собой амбициозные цели, вплоть до внедрения БНЗТ в российскую клиническую практику. Мы сделали мощный источник нейтронов с требуемой энергией, который и нужен для такой терапии. Сначала разработали сам ускоритель, но в последние годы уже не занимаемся его совершенствованием, а используем источник для развития методики БНЗТ. Задача, поставленная научным сообществом почти столетие назад, оказалась сложной. Лишь немногим удалось ее решить. И наше решение, скажу без ложной скромности, считается наилучшим и реально востребовано. Используя результаты, полученные в рамках гранта РФФИ, ИЯФ СО РАН заключил договор и поставил вторую версию источника (аббревиатура оказалась говорящей - VITA, ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией - Vacuum Isolated Tandem Accelerator) в клинику китайского города Сямынь. И Китай стал второй страной в мире (первая - Япония), освоившей эту методику лечения. Сейчас клинические испытания БНЗТ проводятся в Южной Корее, а Россия имеет шансы стать четвертой страной, внедрившей новый вид терапии. По постановлению Правительства РФ мы сделали источник VITA версия II для Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н.Блохина. Его введем в эксплуатацию в Москве весной 2025 года, сейчас изучаем установку на площадке в Новосибирске, чтобы оптимизировать получение пучка протонов. А попутно спасаем жизни домашних питомцев: в ходе

Фондоотдача

По всему спектру

Всероссийская конференция «Научные мосты» завершилась презентациями сибирских ученых

Ольга КОЛЕСОВА

► Палитра проектов, поддержанных Российским научным фондом в Сибирском федеральном округе, отличается удивительным разнообразием. Наиболее интересные из них были представлены 25 сентября в рамках онлайн-конференции «Научные мосты», посвященной 10-летию Фонда. С ноября 2013 года РФФИ бесперебойно поддерживает лучшие работы, в том числе сибирских ученых. По результатам конкурсов, на которые были поданы свыше 113 тысяч заявок со всей страны, профинансированы 20 тысяч проектов на общую сумму более 220 миллиардов рублей. За 10 лет работы удалось создать эффективный механизм отбора и поддержки наиболее перспективных научных коллективов, обеспечить максимум условий для комфортной работы ученых, привлечь внимание

общества к достижениям и возможностям российской науки. И конференция «Научные мосты», ставшая финальным аккордом в праздновании юбилея Фонда, в полной мере продемонстрировала перспективность такого подхода. На онлайн-встрече, охватившей все федеральные округа нашей страны, были презентованы итоги 63 проектов, в том числе семи сибирских.

Стоит отметить, что на получение гранта РФФИ не влияет близость к столицам, экспертиза проектов в научном сообществе считается эталонной, и неудивительно, что завершающее онлайн-мероприятие конференции «Научные мосты» началось с презентации проекта, реализованного в одном из самых отдаленных уголков Сибири - Республике Тыва. Руководитель проекта «Комплексные этногенетические, лингвоантропологические исследования родовых групп

Тывы: универсальность, локальность, трансграничье» кандидат исторических наук Елена Айыжы (грант №22-18-20113) рассказала о результатах работы, подчеркнув, что история родовых групп Тывы - отдельный пласт культурного наследия. Исследование вышло за границы Российской Федерации: в мае 2023 года комплексная экспедиция, в состав которой входили лингвисты, антропологи, генетики, определила особенности родовых групп этнических тувинцев Монголии. За годы работы междисциплинарного коллектива подготовлены 4 монографии и ряд статей. Что интересно, проект, относящийся к социально-гуманитарной области, поможет решить и задачи практического здравоохранения: так, соответствующее анкетирование позволяет выявить особенности роста и нюансы некоторых наследственных заболеваний у детей и подростков из различных родовых групп, эти данные пригодятся педиатрам. Но настоящий прорыв в медицине сулил следующий доклад.

Идеальное решение

Бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) - это способ избирательного поражения клеток злокачественных опухолей. В кровь человека вводится борсодержащий раствор, и бор накапливается в раковых клетках. Затем

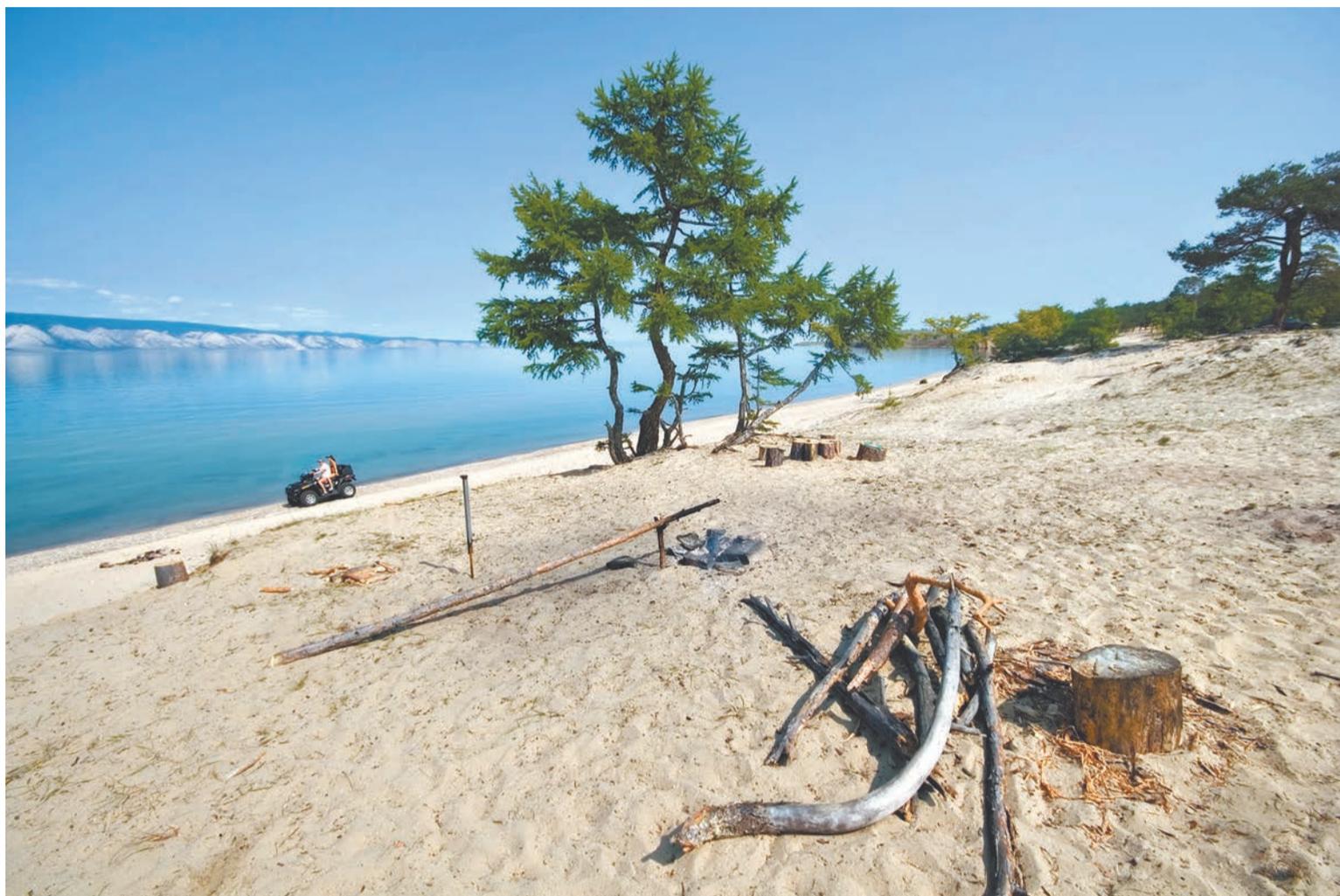
опухоль облучают потоком эпитепловых нейтронов, ядра бора поглощают нейтроны, происходят ядерные реакции с большим энерговыделением, в результате чего больные клетки погибают. В качестве источника нейтронов для БНЗТ использовались ядерные реакторы, но внедрить реактор в повседневную клиническую практику слишком сложно. Для этих целей больше подходят ускорители заряженных частиц - они компактны, безопасны и обеспечивают лучшее качество нейтронного пучка. О феноменальной эффективности БНЗТ говорят не одно десятилетие. На-



Благодаря поддержке Фонда удалось создать команду молодых энтузиастов, которая почти круглосуточно работает над получением новых знаний.



Комплексные экспедиции на научно-исследовательском судне «Г.Ю.Верещагин» показали существенный вклад в загрязнение атмосферы над акваторией Байкала локальных антропогенных источников, иными словами, промышленных предприятий Иркутской области.



экспериментов излечили от рака с помощью БНЗТ 30 кошек и собак. Уже получили заказ на следующую машину - для Федерального медико-биологического центра им. А.И.Бурназяна. Но главное - нам удалось решить фундаментальные задачи и получить новые знания.

Не только терапия

В отличие от других видов лучевой терапии, в БНЗТ выделяются четыре компоненты дозы облучения: борная, азотная, гамма и быстрых нейтронов. Лет 10 тому назад в литературе было принято писать, что борная и азотная дозы неизмеримы в принципе. Специалистам ИЯФ СО РАН удалось доказать обратное. Благодаря разработанным в институте новым методам дозиметрии, которые теперь могут использоваться в источниках нейтронов для клинической практики, физики и онкологи будут уверены не только в параметрах пучка по потоку и энергетическому спектру нейтронов, но и в характеристиках пучка по компонентам дозы облучения, которую получает пациент.

- Это крайне важно и для планирования терапии, и для оценки результатов, - подчеркивает С.Таскаев. - Это тот научный результат, который мы получили в рамках гранта РНФ. А в последнее время мы вообще стали применять прямой метод измерения борной дозы во время облучения и уже испытали его при проведении БНЗТ у кошек и собак. Первыми в мире мы смогли видеть, сколько ядерных реакций произошло, какая доза выделяется. О таком вообще никто не мечтал! Кроме того, работая над проектом, мы замахнулись

на реализацию более эффективной реакции. БНЗТ - лишь один из видов нейтронозахватной терапии. Но есть и другой элемент - литий, который вносит в терапию новое качество. Если в результате БНЗТ в клетке выделяются 84% ядерной реакции, а 16% в виде фотонов облучают соседние клетки (и позволяют регистрировать количество реакций), то при использовании лития все 100% ядерной реакции выделяются в нужной клетке. Это было известно еще в 1936 году, но считалось, что литий токсичен. А нам удалось доказать обратное. И 14 февраля 2023 года - эту дату я не забуду - опубликована наша статья о том, что литий-нейтронозахватная терапия реализуема и почки справляются с такой инъекцией. Это мы тоже сделали впервые в мире.

Созданный источник нейтронов оказался очень мощным и очень ярким. И сразу стал востребованным в других областях. Например, для тестирования защитных материалов, которые будут применяться в крупнейшем термоядерном реакторе ITER, строящемся в Кадараше. Или для облучения оптических кабелей - с целью понять, есть ли деградация кабеля и можно ли его применять, когда Большой адронный коллайдер будет работать в режиме высокой светимости.

- Этот красивый эксперимент по заказу Центра ядерных исследований Сакле стал настоящим вызовом: в мае-июне 2022 года пришлось по 8 часов в день генерировать быстрые нейтроны, и установка справилась. Понимая, насколько востребованы источники быстрых нейтронов,

сейчас ведем работу над компактной машиной VITAmIn - уже не для БНЗТ, а для решения других прикладных задач. Но мы не перестаем и получать фундаментальные знания, которые останутся на века. Например, измеряем сечение ядерных реакций в широком диапазоне, чтобы предсказать, с какой вероятностью протон или дейтрон будет взаимодействовать с литием или бором. Данные авторов в этой области разнятся в десятки раз, и нам было просто интересно разобраться. Я начинал как физик-плазмист, поэтому мне было особенно важно измерить так называемую 3-α-реакцию (протон - бор-11). И мы ее измерили! Это окрыляет. В первую очередь молодежь. Пожалуй, самый значимый результат: благодаря поддержке Фонда удалось создать команду молодых энтузиастов, которая почти круглосуточно работает над получением новых знаний, - резюмирует руководитель проекта.

С заботой об экологии

Химия плазмонов вошла в нашу жизнь всего лишь лет 10 назад. Оказывается, солнечный свет активирует реакции на поверхности наночастиц металлов за счет возбуждения плазмонного резонанса (плазмон - квазичастица, отвечающая за квантовые колебания плазмы). Поэтому начатый год назад проект 23-73-00117 «Плазмон-индуцируемые превращения органических веществ: от фундаментальных основ к практическому использованию» сулит настоящий прорыв не только в области новых, экологически чистых методов генерирования энергии, но и технологий ее использо-

вания в химических производствах. Об этом рассказал доктор химических наук из Томского политехнического университета Павел Постников. Пока не ясны природа взаимодействия молекул и механизмы протекания плазмон-иницируемой реакции. И в первый год реализации проекта томские ученые убедились, что «горячие электроны» могут делать невозможное: плазмон-индуцированные реакции разрывают самые стабильные химические связи. Изучение механизмов этого процесса позволит предложить новые каталитические системы и получить перспективные плазмон-активные субстраты, которые могут быть потенциальными нанореакторами. А такой подход уже ведет к оптимизации процессов превращения органических веществ во всех химических производствах.

Экологии одного из самых значимых мест нашей планеты - озера Байкал - был посвящен проект 19-77-20058 «Исследования состава и распространения аэрозольно-газовых примесей атмосферы в акватории озера Байкал». Доктор географических наук Тамара Ходжер из Лимнологического института СО РАН подчеркнула, что в числе основных источников загрязнения атмосферы и промышленные производства, и развитая туристическая инфраструктура, и лесные пожары. Данные последних лет угрожающие: погибли более 2600 эндемиков озера. Что стало причиной этой экологической катастрофы? Возможно, тот самый черный углерод и прочие вредные примеси, которыми загрязняют воздух горящие леса?

Комплексные экспедиции на научно-исследовательском судне «Г.Ю.Верещагин» показали существенный вклад в загрязнение атмосферы над акваторией Байкала локальных антропогенных источников, иными словами, промышленных предприятий Иркутской области, расположенных вблизи берегов. На вопрос модератора дискуссии, координатора секции «Химия и науки о материалах» Экспертного совета РНФ Антона Максимова о наиболее весомых причинах загрязнения докладчик уверенно ответил, что основной фактор все-таки антропогенный: около 80% выбросов иркутских производств переносятся на южный Байкал. Однако лесные пожары оказывают негативное влияние на всю акваторию: ученые установили, что в поверхностном слое байкальской воды содержатся загрязняющие элементы. Возможно, это и стало причиной массовой гибели эндемиков.

Невозможно в небольшой газетной статье осветить все проекты, представленные на масштабной всероссийской конференции. Докладчики рассказали и о биологических способах борьбы с сельскохозяйственными вредителями, и о причинах хронической сердечной недостаточности, и о численном моделировании открытых плазменных ловушек для решения задач управляемого термоядерного синтеза. Даже короткое перечисление позволяет понять, насколько разнообразны исследования, поддерживаемые Российским научным фондом: от сугубо земных задач - борьбы с колорадским жуком - до непокоренных еще высот управляемого термояда. ■