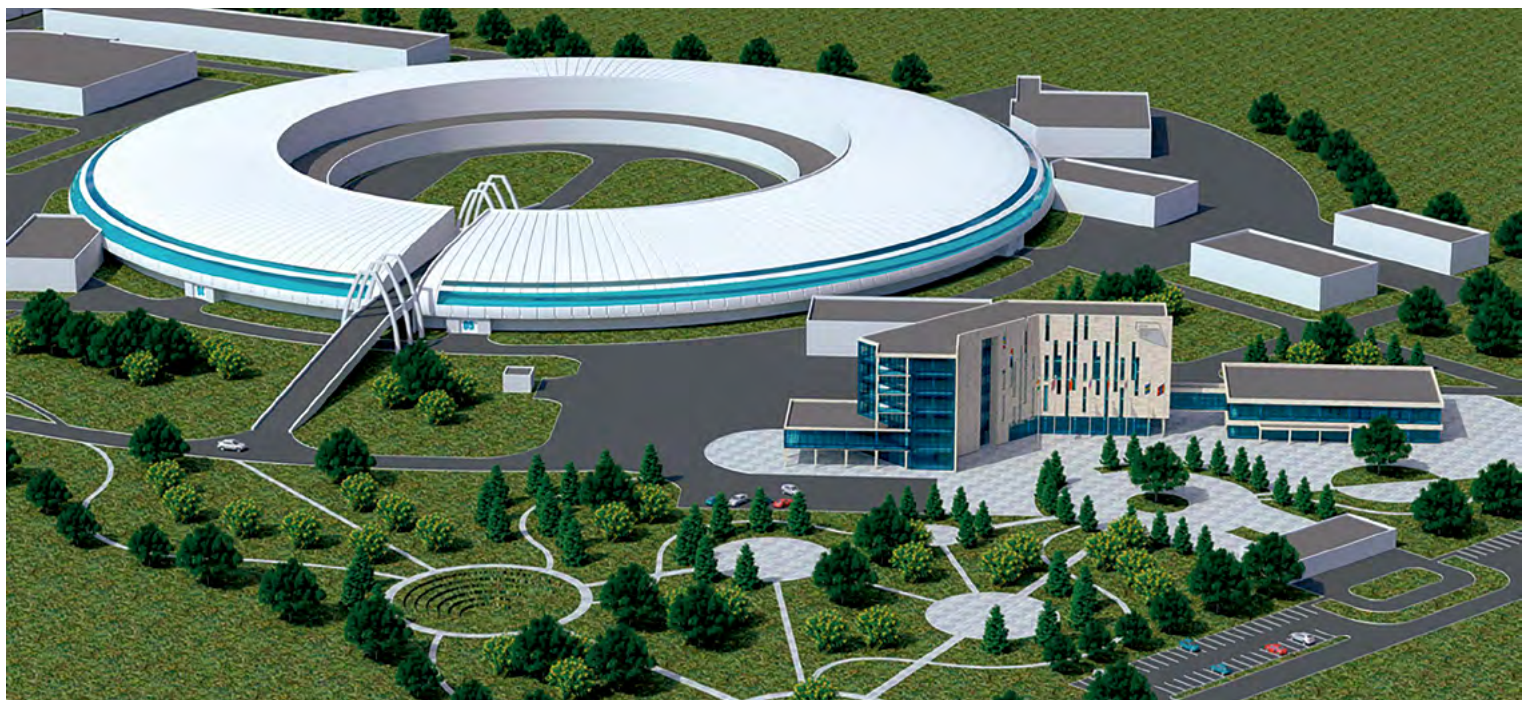
Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 27 июня 2024 года • № 25 (3437) • 12+

«XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм»: самая универсальная станция СКИФ



Читайте на стр. 4—5

Новость

Сибирские ученые определили оптимальный для экосистемы озера Байкал диапазон изменения его уровней

Диапазон регулирования уровня озера Байкал, позволяющий минимизировать экологические и социально-экономические риски, определили специалисты Сибирского отделения РАН. В основу расчетов легли результаты проведенных в 2021—2023 годах научных исследований.

Озеро Байкал, гидроузел и нижний бьеф Иркутской ГЭС — единая взаимосвязанная природно-техническая и социально-экономическая система. Озеро испытывает антропогенное воздействие в результате хозяйственной деятельности человека, а также зависит от естественных условий водности.

По инициативе Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в 2021—2023 годах была проведена научно-исследовательская работа, главная задача которой — определить оптимальный для экосистемы озера Байкал диапазон изменения уровней и уменьшить воздействие хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и связанных с ними социальных, экономических последствий. Под руководством заместителя председателя СО РАН, председателя Иркутского филиала СО РАН, директора Института динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН академика **Игоря Вячеславовича Бычкова** Сибирское отделение РАН провело анализ данных с привлечением двенадцати научных институтов.

Согласно предлагаемому порядку регулирования уровня озера, для минимизации экологических и социально-экономических рисков необходимо поддержание диапазона регулирования Байкала в интервале 455,80—457,20 метра в тихоокеанской системе высот (ТО) на протяжении максимально возможного количества лет, а также непревышение расходов через Иркутскую ГЭС выше 4 500 м^3/с (включая расход реки Иркут), когда это позволяют складывающиеся гидрологические условия. Таким образом, ранее установленный метровый диапазон предлагается расширить, установив интервал в 1,4 метра.

Вместе с тем, значения уровня воды в озере Байкал в условиях экстремально высокой и экстремально низкой водности предлагается сохранить на отметках, определенных результатами НИР 2015 года: при паводках редкой повторяемости максимальное значение уровня воды в озере Байкал — 457,85 метра ТО, а при маловодье — 455,54 метра ТО.

«Совершенствование существующей практики регулирования использования водных ресурсов озера Байкал обусловлено необходимостью в первую очередь учесть экологические ограничения и при этом оптимизировать социально-экономические характеристики для населения и хозяйствующих субъектов Байкальской природной территории. И, во-вторых, минимизировать экономические потери в верхнем и нижнем бьефах. Важно было обеспечить приближение диапазона колебаний уровня озера Байкал к значениям, характерным для естественных условий, — это еще один из критериев при выполнении этой масштабной научной работы, в которой было задействовано множество специалистов. Изучены условия и последствия регулирования, определены основные зависимости и причинно-следственные связи и в результате одним из основных выводов сформулировано предложение увеличить диапазон изменения уровня воды в озере Байкал с 1 метра до 1,4 метра, который необходимо поддерживать в течение максимально возможного количества лет, когда это позволяют складывающиеся гидрологические условия», — отметил академик Бычков.

По результатам НИР для охраны уникальной экологической системы озера Байкал Минприроды России подготовлен соответствующий проект постановления Правительства России.

Пресс-служба Минприроды РФ

Импортозамещение

Сибирские ученые совместно с индустриальными партнерами разрабатывают уникальный катализатор для химической промышленности

Инжиниринговый центр Группы компаний «Титан» совместно с ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» разрабатывает первую в России технологию синтеза катализаторов гидрирования ацетона, которые применяются для выпуска высококачественного изопропилового спирта (ИПС).

В настоящее время специалисты инжинирингового центра ГК «Титан» отрабатывают технологию получения ИПС с использованием новых катализаторов, разработанных сибирскими учеными, для их последующего внедрения в производство. Опытно-промышленные испытания проводятся на пилотной установке в лаборатории завода «Омский каучук» (входит в ГК «Титан»). Предприятие является лидером по производству ИПС в России — доля ГК «Титан» составляет более 30 % ИПС, выпускаемого отечественной химической промышленностью.

Импортозамещающая технология, разработанная ФИЦ ИК СО РАН, позволит Группе компаний «Титан» производить уникальный продукт, превосходящий импортный аналог по целому ряду характеристик. Опытную партию катализаторов на предприятии планируют выпустить уже в 2026 году.

«Цель данной работы — полностью заместить на российском рынке дефицитные импортные продукты мало- и среднетоннажной химии высокого передела. Имеющиеся наработки уже сейчас доказывают: мы можем в кратчайшие сроки наладить производство собственных катализаторов. В настоящее время разрабатываем несколько видов с крупнейшими российскими научными институтами, причем к этой продукции предъявляются не только высокие технологические, но и экологические требования. Новые разработки должны снижать нагрузку на окружающую среду — это одна из важнейших целей федерального проекта “Нефтехимический кластер”, в рамках которого и ведется данная работа», — рассказал заместитель генерального директора по производству ГК «Титан» **Алексей Данилов**.

Сотрудничество ГК «Титан» с Институтом катализа стало возможным благодаря государственной поддержке в рамках реализации комплексного научно-технического проекта полного инновационного цикла «Нефтехимический кластер» с ведущими научными организациями страны. Оно открывает возможности для создания экологичных производств базовых химических продуктов широкого спектра применения на основе инновационных отечественных разработок.

По материалам omskportal.ru

ЮБИЛЕИ

Академику Александру Семёновичу Донченко — 85 лет

Глубокоуважаемый Александр Семёнович!

Президиум Сибирского отделения РАН и Объединенный ученый совет СО РАН по сельскохозяйственным наукам сердечно поздравляют Вас с юбилеем — 85-летием.

Вы, академик Российской академии наук, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, почетный работник высшего профессионального образования РФ, являетесь признанным ученым в стране и за рубежом. Более 15 лет Вы руководили Институтом экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО ВАСХНИЛ, многие годы возглавляли Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук, успешно сочетая административную работу с научной деятельностью.

Ваши научные интересы связаны с проблемами зоонозов домашних животных, созданием научно обоснованных технологий в животноводстве и ветеринарной медицине, разработкой новых ветеринарных диагностикумов, систем специфической защиты животных от болезней, созданием противотуберкулезных химиопрепаратов, ветеринарных приборов, селекцией типов и пород сельскохозяйственных животных. Вами в соавторстве опубликовано более 800 научных работ, в том числе более 85 книг, монографий, учебников, справочников, учебных пособий, научно-методических рекомендаций, получено 30 патентов на изобретения.

Большое внимание Вы уделяете вопросам воспитания научной молодежи, много лет преподавали в Новосибирском аграрном университете.

Под Вашим научным руководством и консультацией защищены 30 кандидатских и 23 докторские диссертации. Ваши ученики успешно трудятся в Новосибирской, Омской, Челябинской, Амурской областях, Приморском и Алтайском краях, республиках Саха (Якутия), Алтай, в Таджикистане, Казахстане, Монголии и Канаде.

За плодотворную деятельность Вы удостоены государственных наград: ордена Почета, ордена «За заслуги перед Отечеством» IV степени; награждены орденом Петра Великого I степени, Высшим национальным орденом общественного признания заслуг и достижений Великая Россия «Персона эпохи», орденом «За заслуги перед Отечеством и казачеством» III степени.

В день Вашего юбилея, Александр Семёнович, от всей души желаем Вам крепкого здоровья, творческого долголетия, дальнейших успехов в работе.

Председатель СО РАН
академик РАН В. Н. Пармон

Заместитель председателя СО РАН
академик РАН Н. И. Кашеваров

Главный ученый секретарь СО РАН
член-корреспондент РАН А. А. Тулупов

Члену-корреспонденту РАН Михаилу Ивановичу Гладышеву — 65 лет

Дорогой Михаил Иванович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН по биологическим наукам с большой теплотой и сердечностью поздравляют Вас с 65-летием!

Вы — известный ученый, ведущий специалист в области экологической биофизики водных систем и гидробиологии.

Ваша научная деятельность уже более 40 лет связана с Институтом биофизики СО РАН, где Вы выросли от старшего лаборанта до заместителя директора по научной работе. Ваши исследования биосферной роли водных экосистем как основного источника незаменимых длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 (ПНЖК) для большинства животных, включая многих обитателей наземных экосистем и человека, широко известны в нашей стране и за рубежом. Созданная Вами лаборатория экспериментальной гидроэкологии является в настоящее время мировым лидером в области изучения структуры трофических сетей водных экосистем, потоков вещества и энергии между их звеньями. Ваши исследования находят и практическое применение в организации экспедиционных работ по мониторингу арктических водных объектов в сотрудничестве с предприятиями реального сектора экономики ГМК «Норильский никель» и ПАО «НТЭК». Вы автор более 280 научных работ, в том числе нескольких монографий и патентов.

Нам приятно отметить, что Вы успешно сочетаете научную и организационную деятельность с педагогической, подготовив не один десяток кандидатов и докторов наук. Ваш организаторский талант и прекрасные человеческие качества сплачивают коллектив института и привлекают молодежь.

О признании Ваших заслуг свидетельствует избрание Вас членом-корреспондентом Российской академии наук, членом редколлегий журналов и научных советов.

Широта Вашей эрудиции, активность и принципиальность наряду с доброжелательностью и отзывчивостью — качества, которые ценят Ваши коллеги и друзья и которые вызывают большое уважение и признательность.

Нас очень радует, что и сегодня Вы по-прежнему полны сил и энергии, активно трудитесь, воплощая в жизнь новые идеи и творческие замыслы.

Желаем Вам мира и добра, душевного тепла и счастья! От всей души желаем Вам и Вашим близким крепкого здоровья и удачи во всем!

Председатель СО РАН
академик РАН В. Н. Пармон

Председатель ОУС СО РАН
по биологическим наукам
академик РАН В. В. Власов

Главный ученый секретарь СО РАН
член-корреспондент РАН А. А. Тулупов

НОВОСТЬ

Сибирские материаловеды создают прототипы биоразлагаемых ортопедических имплантатов на основе магниевого сплава

Ученые из Института физики прочности и материаловедения СО РАН предложили комплексный подход для разработки прототипов имплантатов из биорезорбируемого магниевого сплава с нанесенным на них сложным трехслойным покрытием. Такие винты и пины способны раствориться в организме после восстановления костной ткани.

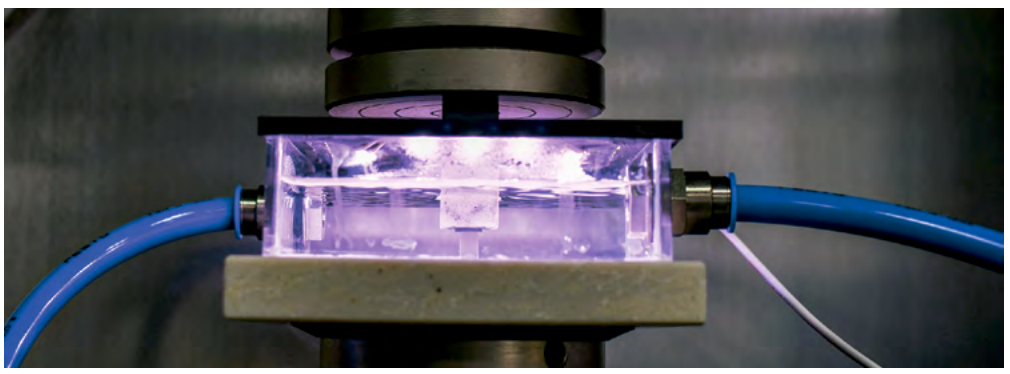
«Наша лаборатория физики наноструктурных биокомпозитов в течение длительного времени успешно работает над созданием различных биоматериалов на основе не вызывающих отторжения металлов и сплавов, к которым относятся титан, ниобий, цирконий и их сплавы. При этом мы занимаемся разработкой как самих материалов, так и наносимых на них биопокрытий различного типа, в том числе и защитных. Сейчас одним из самых перспективных сплавов является магниевый, способный активизировать рост костной ткани и растворяться затем в организме. Однако для его широкого внедрения в медицину нужно научиться контролировать скорость его резорбции (растворения) в организме», — рассказал руководитель исследования профессор, доктор физико-математических наук **Юрий Петрович Шаркеев**.

Для получения безопасных имплантатов ученым потребовалось решить несколько фундаментальных задач. Прежде всего, для получения нужной механической прочности магниевого сплава с помощью интенсивной пластической деформации они изменили его привычную крупнокристаллическую структуру на ультрамелкозернистую. Это необходимо для того, чтобы после проведенной операции медицинское изделие в течение трех-четырех месяцев, пока оно растворяется и замещается новой костной тканью, могло выдерживать оказываемые организмом нагрузки.

Затем потребовалось разработать оптимальные составы трехслойных биоактивных и защитных покрытий, получаемых в результате модификаций поверхности сплава. Это нужно для того, чтобы винты или пины простояли отведенный срок, не растворившись раньше времени, а микроэлементы, входящие в состав покрытия, стимулировали восстановление кости (без такой защиты имплантат из магниевого сплава в среднем растворяется за месяц).

Структура защитных покрытий состоит из трех слоев. Как пояснил научный сотрудник лаборатории физики наноструктурных биокомпозитов ИФПМ СО РАН **Константин Александрович Просолов**, первый слой, наносимый с помощью микродугового оксидирования, это кальций-фосфатное покрытие с остеокондуктивным микроэлементом — стронцием. В пористую структуру этого покрытия можно внедрять препараты, способствующие росту костной ткани.

Второй слой — полимер PLGA, состоящий из молочной и гликолевой кислот, его назначение — инкапсулировать и изолировать пористую структуру кальций-фосфатного покрытия, чтобы предотвратить растворение изделия на ранних этапах имплантации. Толщина этого слоя регулирует скорость растворения композита.



Циклические испытания образца в растворе, имитирующем биологическую жидкость

И наконец, третий слой покрытия состоит из оксида титана или циркония. Его функция — увеличить биосовместимость и механические свойства поверхности композита. Наносится третий слой методом высокочастотного магнетронного распыления.

Следует отметить, что исследователи разработали специальный прибор-приставку для проведения циклических механических испытаний имплантатов в среде, имитирующей биологическую среду организма. С его помощью исследуются физико-химические свойства модельных медицинских изделий на каждом этапе модификации их поверхности. Комплекс всех требуемых на этом этапе испытаний проводится в ИФПМ СО РАН совместно с лабораториями контроля качества материалов и конструкций и физикохимии высокодисперсных материалов. Кооперация не ограничивается работами на территории ИФПМ СО РАН, специалисты отдела электрохимических систем и процессов модификации поверхности Института химии Дальневосточного отделения РАН проводят прецизионные исследования характера протекания процесса биокоррозии на каждом этапе модификации поверхности.

Томские материаловеды планируют продолжить работы. Совместно с учеными-биологами и медиками они смогут разработать подходы к испытаниям образцов, в частности исследовать процессы роста клеток и электрические свойства, влияющие на развитие различных бактерий на поверхности изделий.

Исследование выполняется при поддержке РНФ (проект № 23-13-00359).

Ольга Булгакова,
пресс-служба ТНЦ СО РАН
Фото Веры Зерновой

Обнаружен эффективный способ предсказания развития отдаленных метастазов при раке молочной железы

Ученые НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН обнаружили популяцию клеток неустановленного происхождения в периферической крови пациентов с раком молочной железы. Наличие таких клеток эффективно предсказывает возникновение отдаленных метастазов. Результаты исследований междисциплинарного коллектива опубликованы в Scientific Reports.

В работе, посвященной изучению циркулирующих опухолевых клеток при раке молочной железы, авторы использовали метод проточной цитометрии с оценкой моно- и коэкспрессии двух эпителиальных маркеров: EpCAM и цитокератин 7/8 (CK7/8). Это позволило расширить спектр изучаемых опухолевых клеток. Во всех субпопуляциях клеток ученые оценили активность дополнительных маркеров, связанных с агрессивным потенциалом опухолевых клеток, — CD24, CD44 и N-кадгерин.

«В процессе исследования неожиданно нами была обнаружена новая популяция CD24+ циркулирующих клеток, количество которых было повышено как у пациентов с уже имеющимися метастазами, так и у пациентов с метастазами, возникшими в период наблюдения», — рассказал главный научный сотрудник отделения общей и молекулярной патологии НИИ онкологии Томского НИМЦ профессор, доктор медицинских наук **Владимир Михайлович Перельмутер**.

Ученые установили фенотип обнаруженных клеток и рассчитали пороговое значение — 218,3 единиц на один миллилитр крови. Выявление клеток с этим фенотипом сверх установленного порога у пациентов до начала лечения предсказывало двенадцатикратное увеличение риска возникновения метастазов, а также трехкратное снижение безметастатической выживаемости в течение пятилетнего срока наблюдения.

Происхождение обнаруженной популяции клеток пока остается для ученых неясным, это основная задача выполняемого в настоящее время исследования. Специалисты высказывают предположение, что новая популяция CD24+ циркулирующих клеток — это либо определенный вид опухолевых клеток, либо незрелые клетки костномозгового происхождения.

«Обнаруженные новые циркулирующие клетки могут рассматриваться как потенциальные мишени для разработки терапевтических схем с целью профилактики гематогенного метастазирования», — прокомментировала старший научный сотрудник лаборатории молекулярной терапии рака НИИ онкологии Томского НИМЦ кандидат медицинских наук **Евгения Сергеевна Григорьева**.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 23-15-00135.

Пресс-служба Томского национального исследовательского медицинского центра РАН

Сибирские ученые рассчитали оптимальные параметры работы циклоидального поршневого двигателя

Специалисты Томского научного центра СО РАН в кооперации с коллегами из Пекинского технологического университета изучили рабочий процесс циклоидального поршневого двигателя.

С помощью методов численного моделирования был установлен оптимальный режим работы двигателя, при котором его эффективность максимальна, а удельный расход топлива получается наименьшим. Полученные результаты опубликованы в журнале первого квартиля Energy.

«В основе работы таких двигателей нового поколения, являющихся важным компонентом гибридных автомобилей и электромобилей с увеличенной дальностью хода, лежит термодинамический цикл Аткинсона. В отличие от цикла Отто, такты сжатия и расширения будут неравными по времени: такт расширения длится дольше, нежели такт сжатия. За счет такого чрезмерного перерасширения возможно более эффективно использовать энергию топлива, снизить его расход и уменьшить количество вредных выбросов», — рассказал старший научный сотрудник лаборатории физической активации ТНЦ СО РАН кандидат физико-математических наук **Сергей Доржиевич Замбалов**.

Используя методы численного моделирования, ученые изучили особенности всех тактов рабочего цикла двигателя, в том числе с учетом изменения фаз газораспределения. Они также исследовали вихревые структуры турбулентных потоков, возникающие в двигателе и влияющие на его работу, рассмотрели, как именно возникает волна горения и формируется ее фронт в камере сгорания. Всё это позволило получить важные качественные и количественные характеристики рабочего процесса двигателя.

Как отметил Сергей Замбалов, важным результатом явилось выявление оптимального диапазона коэффициента перерасширения — от 1 до 1,15 (это соотношение такта расширения к такту впуска). В данном диапазоне КПД циклоидального поршневого двигателя повышается до 32,7—34,5 %. Кроме того, такой режим работы двигателя позволяет снизить расход топлива и выброс вредных веществ.

В настоящее время в России нет подобных работ, поэтому полученные результаты имеют важное фундаментальное и прикладное значение для передовых предприятий автомобильной отрасли, внедряющих циклоидальные поршневые двигатели.

Ольга Булгакова, ТНЦ СО РАН

В НГУ начал работу КТ-томограф для исследований животных

Новый томограф человеческого класса позволяет проводить исследования крупных млекопитающих, приближенных по своим физиологическим характеристикам к человеку: кошек, кроликов, собак, свиней. Благодаря прибору специалисты смогут эффективнее проводить доклинические испытания с применением перспективного метода лечения злокачественных образований бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ), который развивают ученые Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН.

«Компьютерная томография — неинвазивный метод визуальной диагностики, который показан при онкологических заболеваниях, травмах, заболеваниях легких и сердца, а также аномалиях сосудов. Если рассматривать БНЗТ, то мы проводим доклинические исследования животных на томографе — если есть опухоль, мы изучаем ее до лечения БНЗТ и в динамике после: изменения размеров опухоли, наличие или отсутствие метастазов, возможный некроз новообразования», — рассказала лаборант лаборатории ядерной и инновационной медицины физического факультета Новосибирского государственного университета **Ульяна Николаевна Кречетова**.

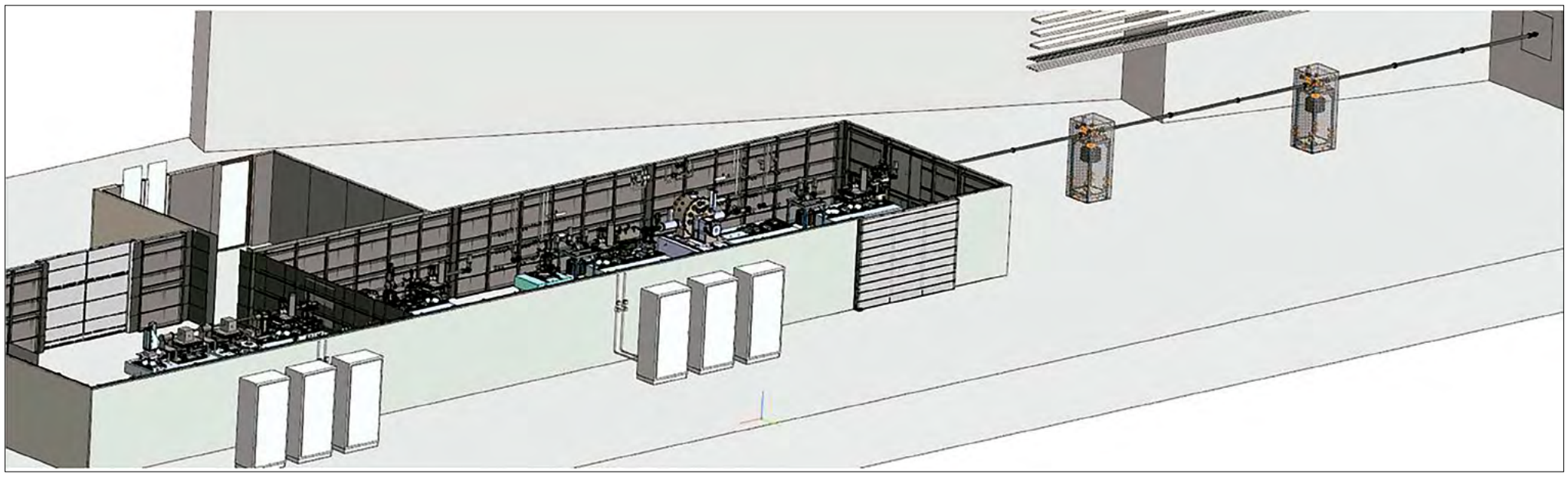
Рабочее помещение состоит из преднаркозной комнаты, комнаты медицинской подготовки животных, изолированного блока, в котором расположены сам томограф и инжектор для автоматического введения контрастного вещества или фармацевтических препаратов, а также комнаты управления.

«Томограф, поставленный компанией “Балт Медикал”, установлен в январе 2024 года на базе лаборатории ядерной и инновационной медицины физического факультета НГУ и расположен в помещении, выделенном ФИЦ “Институт цитологии и генетики СО РАН”. Такие аппараты используются в клинической практике и обеспечивают высокое качество изображения, что важно для планирования лечения опухолей с помощью нейтронозахватной терапии. Сегодня первые пациенты, среди которых кошки и собаки со спонтанными опухолями, уже готовы к диагностике. В то же время мы собираемся исследовать животных не только с онкологией, но и с различными нейродегенеративными заболеваниями, травмами», — прокомментировал заведующий лабораторией ядерной и инновационной медицины ФФ НГУ кандидат медицинских наук **Владимир Владимирович Каныгин**.

НВС

«XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм»: самая универсальная станция СКИФ

«XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» — четвертая по внутренней нумерации станция первой очереди Центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов». Станция предназначена для исследования локальной пространственной, электронной и магнитной структуры широкого класса объектов: химических, физических, геологических, биологических, археологических и других материалов. Установленный в качестве источника синхротронного излучения сверхпроводящий ондулятор, генерирующий излучение высокой яркости и интенсивности, позволит также проводить *in situ*/*operando* исследования функциональных материалов, в том числе катализаторов, используемых в химической промышленности.



3D-модель станции 1-4 «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм»

«Инициатором создания станции «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» стал ФИЦ "Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН", так как изучение катализаторов и каталитических процессов сегодня практически невозможно без применения метдов спектроскопии рентгеновского поглощения. Помимо этого, особенность станции в том, что она дает возможность исследовать объекты без привязки к их структурной упорядоченности и в любом агрегатном состоянии: различные твердые материалы, сплавы, кристаллы, растворы, наночастицы и так далее. Метод полезен и для решения экологических задач, когда необходимо определить химические формы тяжелых элементов-загрязнителей в почве, сточных водах. Важно отметить, что спектроскопию рентгеновского поглощения практически невозможно реализовать в условиях лаборатории и на лабораторном оборудовании, поэтому XAFS — исключительно синхротронный инструмент», — отметил заместитель директора ЦКП СКИФ по научной работе доктор физико-математических наук **Ян Витаутасович Зубавичус**.

Кто занимается созданием станции и оборудования для нее?

Созданием станции и ее инженерных систем, обеспечивающих стабильную и непрерывную работу, а также основной частью научно-экспериментального оборудования занимается Институт сильноточной электроники СО РАН (Томск). Одна из основных задач при конструировании станции — обеспечение синхротронного излучения с заданными параметрами и доведение его до изучаемого объекта. В объем работ по созданию станции сотрудниками ИСЭ СО РАН входит разработка эскизного проекта, конструкторской документации, изготовление и закупка необходимой техники, монтаж и пусконаладочные работы, а также инструктаж будущего персонала станции по вопросам ее функционирования и радиационной безопасности. По словам ученых, все этапы будут завершены к концу 2024 года.

«Станция включает более сорока элементов различных инженерных систем, куда входит оборудование ограничительных конструкций: оптического и экспериментального хатча (от англ. hutch — бункер/хижина), а также контрольной кабины и комнаты пробоподготовки. Есть держатель исследуемого образца, блок размещения образца сравнения, чтобы можно было сопоставить спектры эталона со спектрами изучаемого образца, а для записи спектров применяются кремниевые дрейфовые детекторы и ионизационные камеры. Мы разрабатываем мониторы положения пучка синхротронного излучения, вакуумную систему, опорные конструкции и виброзащиту. Некоторые узлы изготавливают наши коллеги из других научных и образовательных организаций, среди которых Томский политехнический университет и Новосибирский государственный технический университет, а также ряд других партнеров», — рассказал руководитель работ по созданию станции заведующий лабораторией пучково-плазменной инженерии поверхности ИСЭ СО РАН кандидат технических наук **Владимир Викторович Денисов**.

Как отмечают ученые, станцию «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» справедливо назвать самой универсальной из всех станций СКИФ. Ее универсальность обусловлена тем, что предъявляются минимальные требования к исследуемым объектам — можно изучать твердые тела, аморфные материалы, газы, жидкости, вещества в сверхнизких концентрациях и другие. Несмотря на доступность метода в техническом плане, обработка получаемой с его помощью информации считается сложной. Чтобы качественно обрабатывать данные, специалисты должны обладать многолетним опытом и специальными навыками работы с программным обеспечением, используемым для расчетов.

Что такое XAFS-спектроскопия?

«Спектроскопия рентгеновского поглощения — один из самых актуальных методов на каждом синхротроне. Он считается достаточно простым в реализации, не требующим сложных рентгенооптических устройств, при этом его востребованность в научном сообществе чрезвычайно высока. Особенность этого инструмента, в отличие от рентгеновской дифракции или фотоэлектронной рентгеновской спектроскопии, в том, что в 98 % случаев он способен работать только на синхротронных установках. Метод XAFS-спектроскопии позволяет получить полную и детальную информацию об исследуемом образце, а также локальном строении вещества, поэтому ее можно считать одним из самых серьезных информационных методов для характеризации твердых тел в частности. Спектроскопия рентгеновского поглощения предоставляет важные и нужные сведения для самых разнообразных объектов: от катализаторов и полупроводниковых пленок до геологических и археологических находок и даже объектов культурного наследия. Имеет значение и то, что метод неразрушающий и нет необходимости по-особенному готовить образцы для изучения», — рассказал координатор разработки и создания станции старший научный сотрудник отдела синхротронных методов ЦКП СКИФ кандидат физико-математических наук **Андрей Александрович Сараев**.

Из трех базовых методов на текущем этапе конструирования станции пока будет реализована только спектроскопия рентгеновского поглощения. Методы рентгеновской эмиссионной спектроскопии и спектроскопии магнитного дихроизма будут осуществлены на последующих этапах развития станции. Для того чтобы в будущем не было больших проблем с реализацией двух оставшихся методик, станция имеет резервы по инженерной инфраструктуре. Планируется, что к декабрю 2024 года будет представлена версия станции, имеющая всё необходимое оборудование для работы спектроскопии рентгеновского поглощения, а каждый шаг в направлении модернизации уже проработан. Так, следующим этапом развития станции станет установка эмиссионного спектрометра, что позволит максимально использовать возможности уникального сверхпроводящего ондулятора.

«XAFS применяется в первую очередь для уточнения параметров локальной структуры. Крайне важно, чтобы объект был предварительно охарактеризован другими различными методами, такими как рентгеновская дифракция, рамановская спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия. Если у уче-

ных уже есть идея или модель локального окружения поглощающего атома, то мы можем проверить состоятельность данной модели и уточнить ее параметры. Предварительная информация об объекте необходима для того, чтобы уменьшить количество переменных и рационализировать работу. В настоящее время мы видим большой интерес со стороны научного сообщества к спектроскопии рентгеновского излучения. Это позволяет нам смело говорить, что в ближайшие годы станция будет загружена работой», — отметил Андрей Сараев.

Из каких элементов будет состоять станция?

Станция «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» будет состоять из оптического и экспериментального хатчей, а также контрольной кабины. Основной оптический элемент, расположенный в оптическом хатче, — это двухкристальный рентгеновский монохроматор. Его функциональное назначение заключается в том, чтобы из широкого энергетического спектра, генерируемого ондулятором, выделять заданный энергетический диапазон. В качестве источника СИ будет использован сверхпроводящий ондулятор, являющийся разработкой Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН. При использовании ондулятора сканирование по энергии осуществляется за счет изменения магнитного поля в межполюсном зазоре, что позволяет непрерывно и с высокой точностью смещать спектр излучения ондулятора. Это важно для метода спектроскопии рентгеновского поглощения, так как энергия фотонов, попадающих на исследуемый образец, должна непрерывно изменяться в заданном диапазоне.

После монохроматизации пучок попадает в экспериментальный хатч, где его формируют до необходимых размеров, определяют профиль и измеряют интенсивность. Исследуемый образец располагается между двух ионизационных камер, при этом одновременно можно измерять интенсивность рентгеновской флуоресценции с помощью многоэлементного энергодисперсионного детектора. В контрольной кабине располагаются операторы, контролирующие эксперимент, следящие за общим состоянием систем станции. В контрольной кабине также располагаются управляющие серверы и системы хранения данных, связанные с Центром обработки данных СКИФ.

Какие исследования будут проходить на станции?

«Основными пользователями ресурсов станции, в частности спектроскопии рентгеновского поглощения, можно считать специалистов, занимающихся разработкой и исследованием катализаторов, твердотопливных элементов, батарей, газовых сенсоров и других функциональных материалов. Спектроскопия рентгеновского поглощения работает при любых температурах и давлениях, благодаря чему можно исследовать изменения фазового состава вещества, его локального окружения. Возможности синхротронного излучения предоставляют разные варианты для проведения экспериментов: *ex situ* — изучение свойств объекта до и после функционирования, а также, что особенно важно, *in situ*/*operando* — исследование материала в процессе его функционирования. Подход *operando* позволяет получить наиболее ценную информацию о том, что происходит с исследуемым объектом в конкретный момент времени под воздействием заданных условий. Подобная информация в комбинации с результатами других методов позволяет построить, в случае катализатора, механизм протекания реакции, зная который, можно этой реакцией управлять, например направлять реакцию в сторону получения какого-либо продукта», — рассказал Андрей Сараев.

Одними из будущих пользователей станции «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» станут сотрудники лаборатории дозиметрии и радиоактивности окружающей среды (ДиРОС) Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. В первую очередь ученым интересны возможности инструмента для изучения радиоактивных элементов, в частности актинидов, так как они обладают сложными химическими свойствами и большим разнообразием степеней окисления. XAFS-спектроскопия позволяет определить степень окисления элемента в различных соединениях и его локальную структуру. Поскольку все актиниды радиоактивны и не имеют стабильных аналогов, возможности XAFS-спектроскопии на синхротронном излучении позволяют исследовать малое количество материала, не подвергая персонал опасности.

«Список научных задач может быть достаточно большим. Я бы выделила наши последние работы по исследованию структур актинидов в различных соединениях, которые могут образовываться в ближней зоне хранилищ радиоактивных отходов, таких как оксиды, фосфаты, карбонаты. Актиниды относятся к малоизученным элементам. Открытие плутония, например, произошло только в начале 1940-х годов. Кроме того, из-за сложности работы с ними лишь небольшое число лабораторий может проводить такие исследования. В результате даже для таких, казалось бы, простых структур практически отсутствуют надежные данные. При этом информация необходима для понимания и предсказания поведения актинидов в условиях окружающей среды, для строительства надежных хранилищ и подбора правильных инженерных материалов. Также хотелось бы получить возможность измерения проб из загрязненных радионуклидами объектов, анализ которых опять же помогает строить прогнозы поведения радионуклидов в условиях окружающей среды. Появление комплекса СКИФ поможет в решении этой задачи, так как такие уникальные эксперименты возможно проводить только в своем национальном научном центре», — пояснила старший научный сотрудник ДиРОС МГУ им. М. В. Ломоносова кандидат химических наук **Анна Юрьевна Романчук**.

Метод спектроскопии рентгеновского поглощения интересен также для биологических и геологических исследований, где необходимо изучить объекты с включением металлов. Благодаря высокоинтенсивному источнику СИ на станции возможно исследование объектов со сверхнизкими концентрациями какого-либо вещества. XAFS-спектроскопия может использоваться и для изучения археологических находок и объектов культурного наследия. Метод позволяет локально исследовать химический и фазовый состав материала, понять какие вещества были использованы при изготовлении, что поможет специалистам построить предположения об уровне развития общества того времени. Перемещаемая система позиционирования образца относительно пучка излучения обеспечивает полное построение химического состава поверхности.

«Ресурсы станции актуальны в большей степени для химических исследований и наук о материалах, но также могут быть полезны для физиков, геологов, биологов, археологов. При дальнейшей модернизации станции диапазон научных исследований будет расширяться. Одна из наших задач — показать специалистам из самых разных научных областей, что наши методы применимы и для их объектов», — добавил Андрей Сараев.

Сегодня станция «XAFS-спектроскопия и магнитный дихроизм» находится на этапе производства оборудования и тестирования отдельных узлов. До конца 2024 года будут пройдены все этапы ее оформления в полноценную функционирующую станцию с подготовленным персоналом.

Кирилл Сергеевич
Изображение предоставлено В. В. Денисовым

300 ЛЕТ РАН

Сибирские исследователи стали победителями совместного конкурса РАН и благотворительного фонда «Система»

Подведены итоги конкурса для молодых ученых, приуроченного к 300-летию РАН и запущенного благотворительным фондом «Система» и Российской академией наук при поддержке Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) и российских технологических компаний. Победителями стали авторы 16 научных разработок из девяти регионов России, среди них — сибирские исследователи.

В номинации «Альтернативные источники энергии» второе место занял инженер-исследователь Института химии твердого тела и механохимии СО РАН **Юрий Евгеньевич Кунгурцев** — лидер команды, представившей работу «Разработка перспективных протонпроводящих мембран на основе дигидрофосфата цезия и фторполимеров». Член команды — старший научный сотрудник ИХТТМ СО РАН кандидат химических наук **Ирина Николаевна Багрянцева**.

В номинации «Генетика и биомедицина» первое место у сотрудницы НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН кандидата биологических наук **Марины Константиновны Ибрагимовой** — она автор работы «Изменение генетического ландшафта опухоли молочной железы в процессе неоадъювантной химиотерапии: связь с метастазированием».

В номинации «Новые материалы и химические процессы» вторым стал заместитель директора по научной работе Института сильноточной электроники СО РАН доктор технических наук **Александр Сергеевич Гренадёров**, представивший проект «Разработка технологических подходов и соответствующего вакуумного ионно-плазменного оборудования для модификации поверхности различных материалов с целью улучшения комплекса физико-механических, трибологических, антикоррозионных и медико-биологических свойств».

Конкурс для молодых ученых, приуроченный к 300-летию РАН, стартовал в конце декабря 2023 года в целях выявления и поддержки студентов и молодых ученых, разрабатывающих и внедряющих результаты инновационных научных разработок и новейших исследований в приоритетных областях экономики: химической промышленности, фармацевтике, электронике, энергетике, сфере цифровых технологий.

«Участники конкурса представили хорошие, качественные работы. Было непросто выбрать самые лучшие из них. И для нас, безусловно, все молодые ребята, а тем более финалисты, уже победители. Уверен, что каждый из вас обладает всем необходимым потенциалом, чтобы развиваться в научной сфере, открывать новое и вносить вклад в научно-технологический суверенитет нашей страны. В этом году Российская академия наук празднует 300 лет со дня своего основания, и я с большим удовольствием всех поздравляю с этим знаменательным событием. РАН является старейшей системообразующей научной организацией, без нее невозможно себе представить науку, технологии, развитие страны. И сегодня ученые готовы отвечать своими работами, своей экспертной деятельностью на запросы государства», — отметил сопредседатель экспертного совета конкурса вице-президент РАН академик **Степан Николаевич Калмыков**.

«Совместно с Российской академией наук, Роспатентом и нашими индустриальными партнерами — отечественными технологическими компаниями, мы постарались создать инструмент поддержки молодых ученых в начале пути, задать правильный практикоориентированный вектор их научной и исследовательской работе. Особенно ценно, что победители — авторы лучших работ — представляют широкую географию. Здесь и Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Томск, и Приморский край, Ставрополье, Нижегородская и Самарская области. Безусловно, наш конкурс не завершен — осенью мы встретимся с победителями в рамках награждения и продолжим поддержку в будущем, чтобы результаты работ могли приносить пользу далеко за пределами лабораторий и институтов их родных регионов», — отметила президент благотворительного фонда «Система» доктор педагогических наук, член-корреспондент РАО **Лариса Сергеевна Пастухова**.

Пресс-служба РАН

Наука в Сибири

Какие разработки новосибирских ученых могут быть полезны Новосибирску?

В Выставочном центре СО РАН прошла пятая конференция «Проекты, поддержанные Правительством НСО и Российским научным фондом, для экономики региона». Ученые представили предварительные результаты своих исследований, перспективных для реализации на территории Новосибирской области, и обсудили их с представителями власти и бизнеса.

«Цель этого мероприятия — создать условия для общения ученых и представителей реального сектора экономики, чтобы посмотреть, чем эти исследования могут быть полезны для бизнеса Новосибирской области, который будет возникать, окупаться, создавать рабочие места, приносить региону налоги. Наука должна прислушаться к представителям бизнеса, узнать, какие у них есть потребности», — отметил, открывая мероприятие, заместитель председателя СО РАН академик **Василий Михайлович Фомин**.

Глобальная цель — выбрать и довести до практического применения проекты, потенциально интересные региону для его социально-экономического развития.

«Для этого наше министерство реализует еще один формат: мы поддерживаем компании, которые реализуют проект совместно с научным учреждением или вузом. 17 июня стартовал ежегодный конкурс на такой формат поддержки. Объем финансирования, выделяемого регионом, — 170 миллионов рублей (на НИОКР совместно с предприятиями). Это дополнительно к 86 миллионам конкурса РНФ на научно-исследовательскую работу. Сегодняшнее мероприятие должно помочь ученым научиться позиционировать свои доклады с прицелом на заинтересованную сторону», — дополнила начальник управления научной и инновационной политики Министерства науки и инновационной политики НСО **Екатерина Владимировна Курганова**.

Так, в Институте теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН разрабатывается автоматическая система инициирования и поддержания горения пылеугольных котлов. «Технология плазменного воспламенения, разработанная в институте, на данный момент начинает внедряться на ТЭЦ-3 Новосибирска. Уже проведены две успешные растопки. Она позволяет поддержать процесс горения, который по каким-то причинам замедлился», — рассказал научный сотрудник ИТ СО РАН кандидат технических наук **Евгений Борисович Бутаков**.

В Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН создан фотолюминесцентный материал. «В качестве матрицы используется эпоксидная смола, в качестве наполнителя — фотолюминесцентный порошок. При естественном освещении он накапливает в себе энергию света и в ночное время суток отдает ее в виде легкого свечения», — отметила научный сотрудник ИТПМ СО РАН кандидат физико-математических наук **Татьяна Александровна Брусенцева**. Такие материалы можно применять при создании планов эвакуации и композитных опор светофоров. Также им можно придать свойства механолюминесценции — способности выдавать свечение под действием физической нагрузки. На их основе можно создать датчики для промышленности. Например, для крыла самолета, они будут в режиме реального времени показывать, не происходит ли разрушение.

Аркадий Николаевич Дробчик, научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, рассказал про разработку системы сейсмометрического мониторинга и стабилизации замкнутой орбиты пучков заряженных частиц для современных источников синхротронного излучения. Такое устройство позволит избежать сейсмических помех от дорог и предприятий в работе различных томографов, ускорителей и микроскопов.

Заведующий лабораторией ИТПМ СО РАН доктор технических наук **Александр Геннадьевич Маликов** представил разработку научно-технологических основ лазерно-плазменной резки алюминиевых и медных сплавов импульсно-периодическим излучением. Такие технологии перспективны для промышленности и авиации.

В. М. Фомин и Е. В. Курганова

Младший научный сотрудник НИИ фундаментальной и клинической иммунологии СО РАН **Алина Александровна Актанова** рассказала об исследованиях по оценке влияния опухолевого микроокружения на рост и дифференцировку стволовой кроветворной клетки. Это поможет разработать комплексную терапию с использованием стволовых клеток, а также поспособствует более быстрому восстановлению пациентов после лечения.

В Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН созданы тест-системы на основе анализа микроРНК мочи для диагностики рака предстательной железы. По словам старшего научного сотрудника ИХБФ СО РАН кандидата биологических наук **Ольги Евгеньевна Брызгуновой**, продукт уже практически готов для использования в клинических лабораториях и требует лишь небольшой доработки. «По предварительным результатам, мы можем в 100 % случаев отделить больных раком простаты от тех, у кого доброкачественное новообразование», — отметила она. Ученые ищут клинических партнеров.

Заместитель директора Института экономики и организации промышленного производства СО РАН доктор экономических наук **Евгения Анатольевна Коломак** рассказала об оценке и прогнозировании пространственного развития Новосибирской области на основе интеграции баз микроданных, геоинформационных систем и аппарата эконометрического моделирования. Старший научный сотрудник ИЭОПП СО РАН кандидат экономических наук **Анжелика Ивановна Савина** — об использовании наилучших доступных технологий в целях сокращения углеродного следа на предприятиях Новосибирской области.

О разработке методики оценки состояния техногенно нарушенных земель Новосибирской области и прогнозировании направлений их альтернативного использования рассказал старший научный сотрудник Института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН кандидат технических наук **Александр Владиславович Резник**. Ученый сообщил о создании базы данных о районе нахождения нарушенных земель, их типов и классов, учитывая воздействие технологий на природную и геологическую среду. По его мнению, также необходимо формировать принципы, направления и критерии совершенствования технологий экологически сбалансированного ресурсосберегающего освоения месторождений и постэксплуатационного использования земельных участков.

Проблему создания генов, стабилизирующих содержание белка и клейковины в зерне мягкой пшеницы методами маркер-ориентированной селекции — отбора на ранних стадиях с нужными размерами корневой системы, осветила старший научный сотрудник ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» кандидат биологических наук **Татьяна Алексеевна Пшеничникова**. По словам исследовательницы, Сибирский регион обладает всеми возможностями для производства конкурентоспособных сортов пшеницы с образцовыми характеристиками, которые могли бы заменить лучшие зарубежные аналоги.

Научный сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН кандидат биологических наук **Александр Владимирович Симонов** рассказал о генетическом потенциале засухоустойчивости у линий мягкой пшеницы с интрогрессиями от видов *Thinopyrum elongatum* и *Triticum timopheevii* — обмене генетической информацией между видами путем гибридизации.

Заведующий лабораторией квантовых оптических технологий физического факультета Новосибирского государственного университета кандидат физико-математических наук **Андрей Александрович Бойко** выступил с докладом об исследовании свойств и генерационных характеристик нового нелинейного бариевого кристалла для создания источников когерентного излучения в среднем ИК-диапазоне с высокой энергией в импульсе. Работа позволит создавать приборы скрининговой диагностики выдоха человека для определения различных заболеваний дыхательных путей.

Научный сотрудник ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» кандидат технических наук **Екатерина Владимировна Шелепова** рассказала о каталитическом пиролизе углеводородов, синтезе катализаторов, изучении кинетики процесса и его математическом моделировании. По словам исследовательницы, использование углеродных структурированных материалов можно применять для упрочнения строительных материалов на основе цементного камня и бетона. Также углеродные материалы полезны в качестве антифрикционных добавок к составу смазок и масел, что приведет к снижению износа деталей.

Об основах создания антифрикционных электропроводящих покрытий с использованием холодного газодинамического напыления сообщил младший научный сотрудник ИТПМ СО РАН **Владислав Сергеевич Шикалов**. «Разработка новых материалов для контактных вставок токоприемников городского электротранспорта, обеспечивающего низкий износ и качественный токосъем, является одной из приоритетных задач развития дорожной деятельности и общественного транспорта Новосибирска», — отметил ученый.

О гибридных материалах на основе сульфидов и фосфидов молибдена для низкотемпературных литий- и натрий-ионных аккумуляторов рассказала научный сотрудник Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН **Анна Андреевна Ворфоломеева**. По словам ученой, с учетом температурных диапазонов в Новосибирской области проблема создания новых материалов для батарей и аккумуляторов, использующихся в том числе в транспорте, считается актуальной. «Ресурс лития достаточно ограничен, а также он дорог, поэтому наблюдается тенденция к переходу на натрий-ионные аккумуляторы», — отметила исследовательница.

Научный сотрудник ФИЦ ИК СО РАН кандидат химических наук **Сергей Иванович Мосеенков** прочитал доклад о развитии научных основ промышленной технологии получения бетонов с улучшенными прочностными и эксплуатационными характеристиками путем их модификации наноразмерными углеродными материалами.

На конференции также выступила представитель Новосибирского областного инновационного фонда — регионального оператора «Сколково» в Новосибирской области **Татьяна Петровна Дейс**. Она рассказала о возможностях, которые могут получить инноваторы и разработчики, вузы, частные компании и другие при обращении в фонд, в их числе различные меры поддержки, в частности финансовой: «Будучи участником программы “Сколково”, компания получает доступ к инфраструктуре, содействие в коммерциализации, налоговые льготы, а также микрогранты до четырех миллионов в год».

После окончания научной части в дискуссии принял участие представитель промышленности генеральный директор компании «Гормашэкспорт» **Андрей Иванович Степаненко**. Он отметил важность выработки полноценной идеи, применимой на практике: «Новосибирским разработчикам нужно учиться создавать какие-либо продукты, не привлекая огромные внешние силы, только тогда они смогут стать полностью независимыми, а также находить механизмы взаимовыгодного сотрудничества друг с другом. Создатель технологии должен быть способен ее описать, выдать сформированную идею, конкретизировать возможные результаты ее применения, то есть понимать, для чего это нужно промышленнику».

Диана Хомякова, Кирилл Сергеевич
Фото Кирилла Сергеевича

Сибирские ученые создают технологию электромагнитного мониторинга многолетней мерзлоты

Сегодня во всем мире большое внимание уделяется проблемам изменения климата, особенно важна тема таяния многолетней мерзлоты. Россия с ее обширными арктическими территориями столкнулась с ускоренным процессом потепления. К 2050 году, если не предпринять необходимые меры, убытки страны от таяния мерзлоты в совокупности могут достигнуть пяти триллионов рублей. Для того чтобы наблюдать за процессами, происходящими в таких породах и грунтах, ученые из Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН предлагают воспользоваться импульсным электромагнитным мониторингом многолетней мерзлоты. Статья об исследовании опубликована в высокорейтинговом журнале Mathematics.

Порядка двух третей территории России находится в области многолетней мерзлоты. Из-за заметных изменений климата в этих местностях происходит постепенное таяние замерзших грунтов и пород, что может вызывать нарушения в почвенном покрове и трансформации ландшафта. В таких зонах расположено много гражданских и промышленных зданий и сооружений, и практически все из них построены на сваях. Во время таяния сваи проваливаются, что приводит к разрушению строений и экологическим последствиям.

Для того чтобы не допустить подобного развития событий, требуется своевременно отслеживать изменения состояния грунта под зданиями и сооружениями на сваях. То же самое касается железных и автодорог, подземных газопроводов. Ученые из ИНГГ СО РАН разрабатывают систему импульсного электромагнитного мониторинга состояния многолетнемерзлых пород. С ее помощью можно быстро и точно отследить их электрофизические параметры.

«Мы предположили, что некоторые технологии, которые мы применяем для поиска нефти и газа, можно использовать для изучения деградации многолетнемерзлых пород и криолитозоны, и представили научно-исследовательский проект, который был одобрен Российским научным фондом. Как только мы стали заниматься научным обоснованием, к нам подключился индустриальный партнер — Научно-исследовательский институт измерительных приборов — Новосибирский завод имени Коминтерна. Мы проводим исследования, компьютерное моделирование тех процессов, которые нас интересуют, а наши коллеги создают подходящую аппаратуру», — рассказывает руководитель проекта директор ИНГГ СО РАН член-корреспондент РАН **Вячеслав Николаевич Глинских**.

На сегодня самый распространенный способ мониторинга состояния грунта — это измерение с помощью термометра. Однако замеры температуры могут занимать время, и, пока информация достигнет датчиков, ситуация может измениться и, возможно, будет уже поздно принять необходимые меры. Электромагнитный мониторинг позволяет измерить электрическое сопротивление — в зонах протаивания оно существенно ниже, чем у мерзлых пород; за счет информации об этой разнице результат можно получить мгновенно.

«При реализации проекта мы создали полигон на материальной базе нашего индустриального партнера в поселке Дорогино. Мы приложили большие усилия к его развитию, использовали разные мишени, проводили анализ не только в летний и осенне-весенний, но и зимний периоды то есть удалось учесть все особенности. Эта работа будет способствовать созданию оригинальной технологии, которую можно назвать электромагнитным термометром для изучения многолетнемерзлых пород», — объяснил Вячеслав Глинских.

Ученые рассмотрели реалистичные трехмерные модели гражданских и промышленных объектов на мерзлоте, построенные по полевым геофизическим данным. На них можно увидеть удельное сопротивление многолетнемерзлых пород и рассмотреть талики — зоны подтаивания различных размеров, расположенные в разных местах. В своей работе исследователи проанализировали процессы таяния мерзлоты в Якутии, на полуостровах Ямал и Гыдан, в Забайкалье и Красноярском крае.

Для того чтобы воспользоваться системой мониторинга, нужно пробурить две скважины глубиной порядка 10—30 метров по разные стороны от целевого объекта, на расстоянии десятков метров друг от друга. В одной из них размещаются источники электромагнитного поля, в другой — приемники, они располагаются там стационарно. Передача данных будет вестись через спутник. Это позволит доставлять нужную информацию в любой город России и по измеренным сигналам можно будет определить, что изменилось в среде под целевым объектом.

Таяние многолетнемерзлых пород и эрозия береговой линии в окрестности арктической научно-исследовательской станции ИНГГ СО РАН «Остров Самойловский» (дельта реки Лены)

«Мы уже провели теоретико-экспериментальные исследования, и они указывают на хороший потенциал системы мониторинга. Она относительно дешевая в развертывании: не нужно каждый раз приезжать и уезжать с аппаратурой. Скважины закладываются стационарно, от аппаратуры идут данные, по которым интерпретаторы определяют, поменялась ли среда. Если поменялась, это значит, что образовалась зона подтаивания и нужно уже либо выезжать на место для принятия своевременных мер, либо начать исследовать целевой объект более подробно», — дополнил старший научный сотрудник ИНГГ СО РАН кандидат технических наук **Игорь Владиславович Михайлов**.

Главная задача электромагнитных зондирований — по измеренным сигналам узнать, что находится под землей. Для этого были разработаны специальные алгоритмы трехмерного моделирования сигналов: так можно заранее оценить возможности электромагнитного мониторинга.

«Была создана компьютерная программа трехмерного моделирования. В основе алгоритма лежит интегральное преобразование Сумуду и векторный метод конечных элементов. Мы определяем, как распространяется электромагнитное поле, с помощью уравнений. И для того, чтобы эффективно их решать, используются интегральные преобразования. Преобразование Сумуду применили к электромагнитным зондированиям впервые в мировой практике. Чтобы добиться еще большей скорости вычислений, были созданы нейронные сети, и за счет этой комбинации расчеты ускорились в 300 раз», — прокомментировала ведущий научный сотрудник ИНГГ СО РАН доктор технических наук **Марина Николаевна Никитенко**.

Сейчас ученые ведут научно-исследовательские работы, а следующим этапом планируются опытно-конструкторские с опробованием на конкретных объектах. В приоритете у специалистов — изучение Крайнего Севера России, который, ко всему прочему, представляет значительный потенциал для дальнейшей добычи нефти и газа.

Исследование выполняется при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-17-00181 «Импульсное электромагнитное зондирование многолетнемерзлых пород: теоретическое и экспериментальное развитие высокоразрешающего геофизического метода, научное обоснование и создание инновационной технологии мониторинга криолитозоны».

Ирина Баранова
Фото Вячеслава Глинских

Методы математической геофизики опробуют для поиска месторождений алмазов в Якутии

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН и представители компании АК «Алроса» провели переговоры и наметили дальнейшие шаги сотрудничества. При обработке материалов геологоразведки будут протестированы алгоритмы искусственного интеллекта и математической обработки данных, разработанные новосибирскими учеными.

Как отметил начальник управления минерально-сырьевой базы АК «Алроса» **Илья Викторович Серов**, такое сотрудничество станет для компании первым опытом привлечения к геолого-геофизическим изысканиям научно-исследовательской организации не геологического, а математического профиля.

«На основе анализа данных, практикуемого учеными ИВМиМГ СО РАН, мы рассчитываем получить прогнозы распределения участков с потенциальными кимберлитовыми телами, — прокомментировал постановку задачи Илья Серов. — Для пробных исследований выбран перспективный, но при этом сложный геологический район, где обычные методы поиска алмазосодержащих пород весьма затратны. Познакомившись с докладами коллег из ИВМиМГ СО РАН, мы убедились, что применение методов искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения для наших задач возможно, но требует аккуратности и глубоких профильных знаний и навыков. Руководство геологоразведочного комплекса “Алроса” считает очень важным и перспективным использование самых передовых технологий геологических изысканий для решения практических задач, в частности — поиска новых месторождений алмазов».

«Коллектив ИВМиМГ СО РАН обладает удачным сплавом компетенций и опыта в области математики и геофизики, в том числе сотрудники института показали изначальное понимание геологопоисковых задач на алмазоносные тела. Мы разговаривали на одном языке. Вместе с тем, для получения значимого результата предполагаемых работ необходима интенсивная коммуникация между специалистами ИВМиМГ СО РАН и экспертами геологоразведочного комплекса “Алроса”, чтобы дополнить компетенции друг друга», — отметил руководитель направления новых проектов АК «Алроса» **Андрей Владимирович Бутенко**.

По мнению заместителя директора по научной работе ИВМиМГ СО РАН профессора, доктора технических наук **Игоря Николаевича Ельцова**, сотрудничество с крупнейшей в мире алмазодобывающей компанией — это не только признание научных достижений института, но и реальная возможность применить результаты фундаментальных исследований для практических задач геологоразведки. Совместная работа даст толчок к дальнейшему развитию математических задач геофизики, реализуемых в ИВМиМГ.

Пресс-служба ИВМиМГ СО РАН

Наука в Сибири

Официальное издание Сибирского отделения РАН

Учредитель — Сибирское отделение РАН

Главный редактор — Елена Владимировна Трухина

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), в здании Управления делами СО РАН (Морской проспект, 2, вахта).
Также газету можно взять в Торговом центре Академгородка (ул. Ильича, 6, вход со стороны ДК «Академия», 1-й этаж, стойка рядом с банкоматом «Тинькофф»; вход со стороны продуктового супермаркета, 2-й этаж, стойка напротив суши-бара «Рыба.Рис»), в НГУ, НГТУ, НГПУ.

Адрес редакции, издательства: Россия, 630090, г. Новосибирск, Морской проспект, 2. 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: 25.06.2024 г.
Объем: 2 п. л. Тираж: 1 100 экз.
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.
Периодичность выхода газеты — раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати РСФСР от 26.12.1990 г., ISSN 2542-050X.
Подписной индекс 53012 в каталоге агентства «Урал-Пресс».
E-mail: presse@sb-ras.ru, media@sb-ras.ru
Цена 13 руб. за экз.

© **«Наука в Сибири», 2024 г.**

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели!

В нашей газете и на сайте нашего издания www.sbras.info мы регулярно публикуем ответы ученых на вопросы, которые вы нам присылаете, в рубрике «Вопрос ученому».

Напоминаем, что задать вопрос ученому можно на нашем сайте в разделе https://www.sbras.info/form/zadayte-vopros-uchyonomu либо прислать его нам по e-mail: presse@sb-ras.ru, media@sb-ras.ru. Мы передадим ваш вопрос нужному специалисту и опубликуем ответ в «Науке в Сибири».

Уважаемые читатели!

Редакция «Науки в Сибири» переехала на Морской проспект, 2. Стойка с номерами газеты осталась по прежнему адресу — проспект Ак. Лаврентьева, 17.

Обращаем ваше внимание, что вход в здание на Морском проспекте, 2 режимный, для посещения редакции необходимо договариваться о встрече по тел. (383) 238-34-37 и иметь при себе документ, удостоверяющий личность.

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

Сайт «Науки в Сибири» **www.sbras.info**

ПРОСТО О СЛОЖНОМ

Ученые исследовали генетическое разнообразие евразийской росомахи

Ученые из России, Финляндии и Швеции оценили структуру популяции, генетическое разнообразие и демографическую историю росомахи на всем ее евразийском ареале. Результаты работы опубликованы в Diversity and Distributions.

Росомаха (*Gulo gulo* — лат.) — крупный хищник из семейства куньих, распространенный в северных регионах Евразии и Северной Америки. Она населяет бореальные леса, горы и арктическую тундру. Из-за нехватки пищи в этих местах, а также одиночного и территориального поведения, росомаха способна преодолевать большие расстояния и расширять свой ареал.

В настоящее время евразийские росомахи встречаются от побережья Норвегии до Дальнего Востока, их местообитания простираются до Северной Монголии, Казахстана и Китая. Численность и плотность популяции варьируется в зависимости от региона. Больше всего представителей этого вида обитает в России: по приблизительным подсчетам, здесь живет 17 тысяч особей. Наибольшей численности популяция достигает на Дальнем Востоке. В Норвегии, Швеции и Финляндии находится всего около 1 400 росомах. Из-за природных катаклизмов и деятельности человека популяция росомах постоянно фрагментируется, некоторые ареалы попадают в изоляцию и их генетическое разнообразие сокращается.

Ученые из России, Финляндии и Швеции решили расширить знания о генетической структуре популяций и определить генетическое разнообразие росомахи на протяжении всего ее евразийского ареала — от Скандинавии до Чукотки. Были собраны образцы из Финляндии, России, Казахстана и Монголии. Специалистов интересовал митохондриальный геном росомахи, передающийся по материнской линии, и несколько вариабельных генов из ядерного генома. Для анализа использовали различные популяционно-генетические методы.

И ядерные, и митохондриальне маркеры показали, что наибольшее генетическое разнообразие росомахи демонстрируют в центре ареала — в Западной и Восточной Сибири, а по краям, в Скандинавии и частично на Чукотке, оно заметно меньше. Популяция Фенноскандии, вероятно, в свое время столкнулась с генетическим затруднением, так называемым эффектом бутылочного горлышка, поэтому ее генетическое разнообразие является самым низким в Евразии. «И в Скандинавии, и на Чукотке в свое время популяции росомах проходили эффект бутылочного горлышка, когда что-то в окружающей среде для них ухудшалось (например, путь перекрывал ледник), резко сокращалась их среда обитания и особей становилось мало. Потом ситуация улучшалась, и животные снова размножались, но уже с гораздо меньшим генетическим разнообразием. У западно-

Известный новосибирский зоолог **Дмитрий Владимирович Терновский** с ручной росомахой Гулькой. Его работы и коллекции стали основой генетических исследований куньих в России

Фенноскандия — это физико-географическая территория на северо-западе Европы, в состав которой входят северные районы Норвегии, Швеции и Финляндии, а также Мурманская область и Республика Карелия в России.

сибирских и восточносибирских росомах такого резкого сокращения популяции не было», — рассказывает один из соавторов статьи заведующий лабораторией цитогенетики животных Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН член-корреспондент РАН **Александр Сергеевич Графодатский**.

Интересно, что сходные с росомахой генетические дифференциации наблюдаются и у других хищников, имеющих тот же ареал. Например, евразийская рысь демонстрирует резкий генетический раскол между популяциями по обе стороны реки Енисей. Подобное разделение популяций отмечено также у бурого медведя и рыжей лисицы. Соболь в западной части ареала, на Урале, генетически отличается от среднесибирской, алтайской и байкальской форм.

В статье делаются выводы, что для сохранения и долгосрочного выживания популяции фенноскандинавских росомах, возможно, потребуется обеспечить к ним приток генов от других евразийских популяций. Правда, действовать надо обдуманно и осторожно, поскольку это может привести к утрате местных адаптаций. Например, обычно самки росомахи для рождения и выкармливания детенышей используют выкопанные под снегом берлоги. Однако в 2000-х годах в бесснежном районе Центральной Швеции в конце зимы — начале весны было обнаружено наземное логово росомахи — адаптация, которая может стать очень важной в долгосрочной перспективе.

«Методически эта работа довольно простая, и полученные результаты — предсказуемые. Но в этой статье впервые собраны генетические материалы по всему ареалу росомахи, а также сделаны первые описания разнообразия этих геномов, что может пригодиться для следующих исследований. В дальнейшем мы планируем полностью секвенировать геном этого вида, изучить древних росомах, а также сделать подобные исследования по геномам других куньих — соболя, куницы, харзы. Все эти геномы мы сейчас активно собираем и секвенируем», — говорит Александр Графодатский.

Диана Хомякова
Фото из архива СО РАН

ПОЛЕВОЙ СЕЗОН

ЛИН СО РАН провел экспедицию по изучению Байкала

В задачи экспедиции Лимнологического института СО РАН входило изучение гидрохимических параметров, распределения фито- и зоопланктона, зообентоса в мелководной зоне Байкала.

Средний шаг опробования вдоль периметра Байкала — каждые 30—50 км.

Работы выполнялись в рамках темы государственного задания института № 0279-2021-0005 «Исследование трансформаций состояния водоемов и водотоков Восточной Сибири в сезонных и долговременных аспектах в контексте изменений климата, геологической среды и антропогенных нагрузок» (руководитель — директор ЛИН СО РАН доктор геолого-минералогических наук **Андрей Петрович Федотов**).

По материалам sbras.ru