

■ СДЕЛАНО В ТНЦ СО РАН



Ученые Томского научного центра СО РАН разработали технологию получения тонкодисперсных неорганических пигментов трех цветов — синего, зеленого и хаки. Пигменты на основе триады железа, полученные методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), не токсичны, обладают высокой стойкостью, а весь процесс их получения занимает считанные минуты и не требует применения дорогостоящего оборудования. Результаты исследования опубликованы в журнале первого квартала *Ceramics International*.

## Горячо и очень быстро



ший научный сотрудник лаборатории Олег Львов, в специальный стакан насыпается исходная смесь (шихта), в ее состав входят алюминий, выполняющий роль горючего, и оксиды кобальта, цинка, никеля, железа или хрома, а также газифицирующая добавка — гидроксид алюминия. Ответственными за осуществление СВС в режиме послыонного горения являются две параллельные экзотермические реакции — окисление алюминия и алюмотермическая реакция. Они выделяют тепло, нагревая исходную смесь до температур, необходимых для синтеза шпинелей.

Структура гидроксида алюминия в исходной смеси при нагревании быстро разрушается, что приводит к образованию газообразных продуктов реакции, которые препятствуют спеканию шпинелей, образующихся в процессе синтеза. Активный оксид алюминия, получившийся в результате термического разложения гидроксида алюминия, вступает в реакцию с оксидами переходных металлов, образуя пигменты с размером частиц приблизительно 1–5 микронметра. Ученые изучили их структуру с помощью рентгеноструктурного анализа, ИК-спектроскопии, а микроструктуру проверили, применив оптический и сканирующий электронный микроскопы.

Неорганические пигменты широко применяются в составе надглазурных и подглазурных красок для керамических, фаянсовых, фарфоровых изделий, в лакокрасочных материалах, отделочных и строительных смесях, в порошковых красках для окрашивания металла, в составе цветных наполнителей полимеров для 3D-печати. Отечественные пигменты, разработанные в ТНЦ СО РАН, обладают высокой химической, атмосферной и температурной стойкостью, технология их создания экологически безопасна, энергоэффективна и ориентирована на местное сырье.

■ Ольга Булгакова

Одним из преимуществ нового метода является возможность исключить из производственного процесса весьма трудоемкую стадию

измельчения, необходимую для получения частиц нужного размера. В обычных условиях это может занять длительное время, ведь пигменты шпинельного типа имеют твердость немногим меньше твердости алмаза. Нам же удалось добиться получения частиц нужного

размера благодаря использованию специальных газифицирующих добавок, помогающих предотвратить спекание и рост кристаллов, — объясняет старший научный сотрудник лаборатории гетерогенных металлических систем ТНЦ СО РАН Нина Радишевская.

Сам процесс получения пигментов можно кратко описать следующим образом: очень горячо и очень быстро! Синтез протекает при температурах от 1200 до 1600 °С и длится не больше минуты, не требуя при этом большого расхода электроэнергии. Как пояснил млад-

На фото Веры Зерновой: старший научный сотрудник лаборатории гетерогенных металлических систем ТНЦ СО РАН Нина Радишевская и младший научный сотрудник Олег Львов



Кузница кадров

СТР. 2



Полевой сезон

СТР. 4



Признание в любви

СТР. 5

■ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ РФФ

# Проект как кузница научных кадров

**Коллектив ученых из Института сильноточной электроники СО РАН в кооперации с коллегами из Ставропольского государственного медицинского университета разрабатывает методику формирования металлических и оксидных покрытий на поверхности различных медицинских изделий для челюстно-лицевой хирургии. Такие покрытия на основе титана, ниобия и циркония, созданные при помощи вакуумно-дугового напыления с плазменным ассистированием, позволяют эффективно защитить организм человека от проникновения токсичного ванадия в период приживления имплантата. Проект осуществляется при поддержке четырехгодичного гранта РФФ (проект № 24-69-00074).**



титана ВТ6. Для этого необходимо наносить на поверхность имплантатов биосовместимые покрытия, отличающиеся высокой адгезией к подложке, твердостью и длительным сроком службы, — рассказывает руководитель проекта профессор Николай Коваль, главный научный сотрудник лаборатории плазменной эмиссионной электроники ИСЭ СО РАН. — В ходе работы над проектом планируем регулировать элементный состав покрытий, задавая им нужные механические, трибологические и коррозионные свойства в зависимости от назначения имплантата, от того, с какими именно тканями ему придется взаимодействовать (костными, хрящевыми или мягкими).

Как пояснил ведущий научный сотрудник лаборатории плазменной эмиссионной электроники Максим Воробьев, процедура нанесения покрытий состоит из нескольких этапов. Прежде всего, имплантаты, которые подвергнутся напылению, должны пройти первичную очистку. Затем заготовки (от нескольких десятков до сотен, а концу работы над проектом эта цифра должна вырасти до тысячи штук) загружаются в вакуумную камеру, подвешиваются на специальную «карусель», на которую направлены сразу два источника плазмы: газовой и металлической.

Одновременно с этим процессом с помощью разработанного специ-

алистами лаборатории плазменного источника с накаливаемым катодом «ПИНК» ведется ионно-плазменная активация поверхности изделий, а впоследствии плазменно-ассистированное напыление: в вакуумную камеру поступает активный кислород, инертный аргон, а при необходимости и другие газы. Аргон позволяет дополнительно очистить поверхность заготовок, а активный кислород образует на поверхности заготовок оксиды титана, ниобия и циркония, которым и предстоит стать защитным барьером между имплантатом и человеческим организмом.

В планах томских и ставропольских ученых — создать защитные

покрытия не только на основе оксидов, но и на основе сплавов титан-ниобий, титан-ниобий-цирконий, а также среднеэнтропийных и высокоэнтропийных сплавов. Все предусмотренные грантом клинические испытания будут проводиться на базе Ставропольского государственного медицинского университета.

Благодаря сотрудничеству с ИСЭ СО РАН в Ставрополе создана лаборатория по разработке и исследованию имплантационных материалов при научно-инновационном объединении мединститута. В команду из 10 человек вошли как представители клинических кафедр, так и сотрудники научных лабораторий. Больше половины членов коллектива — молодые ученые в возрасте до 30 лет, в том числе и два студента.

Проект можно смело назвать кузницей научных кадров и для ИСЭ СО РАН. Со стороны Томска над ним работают 10 ученых, семь из которых — молодые. «Для меня это уникальная возможность применить свои знания при проведении материаловедческих испытаний и защитить в будущем диссертацию по этому направлению», — прокомментировал Дмитрий Шпанов, техник ИСЭ СО РАН, студент третьего курса ТПУ, лауреат конкурса «Лучший студент ТПУ — 2024».

■ Ольга Булгакова

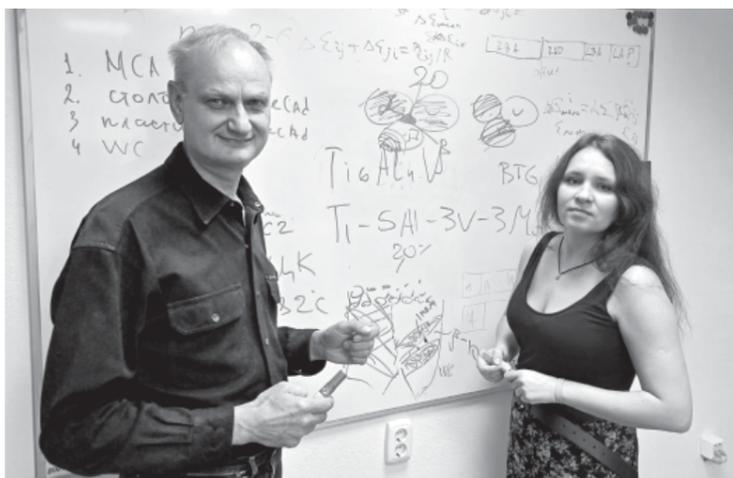
На фото слева направо: техник Дмитрий Шпанов, научный сотрудник Владимир Шугуров, главный научный сотрудник Николай Коваль, ведущий научный сотрудник Максим Воробьев, младший научный сотрудник Никита Прокопенко

Основная идея заключается в том, чтобы блокировать выход в организм токсичного ванадия, который содержится в медицинском сплаве

**С помощью компьютерных моделей, созданных в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН, показана эффективность ударно-волновой терапии для ускорения процессов приживления в человеческом организме стоматологических имплантатов, имплантатов для шейного и поясничного отдела позвоночника, тазобедренных и коленных суставов, а также для лечения онкологических заболеваний. Ученые определили диапазоны, при которых такое воздействие будет наиболее эффективным.**

Исследования, позволяющие моделировать методами частиц процессы деформации и разрушения в различных средах, ведутся в нашем институте еще с 1994 года по инициативе члена-корреспондента РАН Сергея Григорьевича Псахье. Серьезный импульс им придало создание моделей так называемых флюидонасыщенных материалов — твердых пород, насыщенных жидкостью, — для геологических приложений. Как оказалось, они имеют много общего с тканями человеческого организма. Так и поя-

# Рассчитаны оптимальные параметры



вилась идея применить эти методы в биомедицине, в том числе для ударно-волновой терапии — метода воздействия на различные ткани организма низкочастотными акустическими импульсами, — рассказывает профессор Алексей Смолин, главный научный сотрудник лаборатории компьютерного конструирования материалов.

Как подчеркивает научный сотрудник лаборатории Галина Еремина, одна из ключевых задач, стоящих перед медиками, — сократить сроки приживаемости имплантатов. В среднем этот процесс занимает от шести месяцев до года, а увеличивают его продолжительность такие факторы, как пожилой

возраст пациента и остеопороз. Конечно же, если речь идет о лечении онкозаболеваний, временной фактор оказывается решающим! «Уменьшить эти сроки помогает дополнительная нагрузка в виде необходимого уровня напряжения и деформации, а также скорости переноса биологической жидкости в костном матриксе: ударно-волновое воздействие ускоряет все биохимические процессы, а также рост костных клеток», — пояснила Галина Максимовна.

Созданные учеными трехмерные модели позволяют анализировать процессы остеоинтеграции имплантатов или прекращения роста злокачественных тканей при опре-

деленном физическом воздействии на трех масштабных уровнях. На макроуровне, видимом человеческому глазу, можно наблюдать условия для трансформации биологических тканей в определенном сегменте организма. Дальше модель отправляет исследователя в необычное путешествие на мезоуровень и знакомит со сложными процессами, происходящими непосредственно в биологических тканях. Заглянуть можно даже на клеточный микроуровень, увидев, как именно ударно-волновое воздействие влияет на остеоцит — основную клетку костной ткани, способную претерпевать различные изменения.

Томские физики не только показали эффективность ударно-волновой терапии, но и предложили ее оптимальные параметры. Дело в том, что «больше» не значит «лучше»: здесь нужна точность и аккуратность, в противном случае напряжение и деформация приведут к разрушению! При дентальной имплантации эффективен диапазон малоинтенсивного ударно-волнового нагружения с плотностью потока энергии от 0,05 до 0,15 мДж/мм<sup>2</sup> на миллиметр квадратный (мДж/мм<sup>2</sup>), для остеоинтеграции имплантата позвоночника или бедренной кости необходимо среднеинтенсивное нагружение (диапазон задается в зависимости от толщины и свойств костной ткани),

а для лечения онкологии уже нужна «тяжелая артиллерия» — высокочастотное нагружение от 0,25 мДж/мм<sup>2</sup>. Все разработанные численные модели подтверждены на основе сравнения решения тестовых задач с открытыми экспериментальными данными.

Как отметил А.Ю. Смолин, научный коллектив планирует проведение экспериментальных исследований в коллаборации с научными медицинскими организациями, когда уточненные на основе данных МРТ конкретного пациента компьютерные модели позволят точно прогнозировать, как будет идти процесс его восстановления.

Исследования поддержаны грантами РФФ: проект № 23-29-00212 посвящен условиям остеоинтеграции зубного имплантата при ударно-волновом терапевтическом воздействии, а проект № 23-79-01107 — условиям подавления первичных очагов злокачественной опухоли и регенерации костных тканей в позвоночнике.

■ Галина Скатурина

На фото: главный научный сотрудник лаборатории компьютерного конструирования материалов ИФПМ СО РАН Алексей Смолин и научный сотрудник Галина Еремина

## ДЕНЬ СТАРШЕГО ПОКОЛЕНИЯ



# Беззаветная преданность науке

Осенью этого года Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН отмечает знаменательную дату — 55 лет со дня основания. Все эти годы в институте работает Ольга Родимова. Ольга Борисовна верно и добросовестно служит науке, продолжая исследования, инициированные академиком Владимиром Евсеевичем Зуевым и его ближайшим соратником членом-корреспондентом РАН Станиславом Дмитриевичем Твороговым.

## Доктора наук разных поколений

Доктор наук № 1. Борис Николаевич Родимов прошел всю войну, вернулся в 1945 году. Учился на физико-математическом факультете Томского государственного университета, затем — в аспирантуре у профессора Наталии Александровны Прилежаевой. После защиты кандидатской диссертации Б.Н. Родимов работал в Томском политехническом институте, занимался созданием бетатронов и защитил докторскую по этой тематике. Борис Николаевич интересовался многими вопросами физики, написал три книги по автоколебательной квантовой механике, совместно с профессором Томского медицинского института Иннокентием Васильевичем Торопцевым исследовал свойства тяжелой воды и ее влияние на организм человека. Увлекался фотографией, самостоятельно скон-

струировал из двух фотоаппаратов «Любитель» фотоаппарат с двумя объективами и одним видоискателем для стереофотографий. К фотоаппарату прикрепил вырезанную из металла надпись «ТОМСК». Такого фотоаппарата ни у кого не было, и в Москве любители осаждали мастера.

Доктор наук № 2. Ольга Борисовна Родимова унаследовала от своего отца живой интерес к науке и необычайный оптимизм. Она училась на кафедре теоретической физики физического факультета ТГУ, сейчас — доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник группы интегрированных информационных систем ИОА СО РАН. Докторскую диссертацию О.Б. Родимова защитила по теме «Теоретические исследования процессов поглощения и фотохимии и их применения в радиационных блоках климатических моделей». Ее отличает редкое качество: способность восхищаться людь-

ми, которые квалифицированно и творчески делают дело. Именно — приходиться в восторг!

Доктор наук № 3. Валерия Анатольевна Есипова, дочь Ольги Борисовны. Начиная учиться на физическом факультете ТГУ. На одном из экзаменов ее преподаватель сказал Валерии: «Вы по сравнению с матерью звезда второй величины». И студентка решительно перешла на исторический факультет. Теперь Валерия Есипова — известный исследователь разных типов изданий, от берестяных рукописей до самодельных ученических журналов XX века.

Внук Ольги Борисовны окончил физфак ТГУ, работает в Королеве. У нее есть два правнука.

## Наука

Ольга Борисовна — талантливый физик, прекрасный теоретик и вычислитель, поразительно работоспособный сотрудник. Ее научные интересы — атмосферная оптика и спектроскопия, физика межмолекулярных взаимодействий и приложения в климатических моделях. Полученные ею фундаментальные научные результаты легли в основу интересных научных и научно-популярных публикаций, монографий и докладов на российских и международных конференциях. Более двадцати лет О.Б. Родимова изучает проблему континуального поглощения. Она принимает активное экспертное участие в создании уникальной информационной системы GrafOnto, представляющей значительный объем графической информации по континуальному поглощению. Ольга Борисовна один из основных исполнителей работ по проекту государственного задания ИОА СО РАН «Спектроскопия селективного и неселективного по-

глощения молекулярными газами» (2021–2025 гг.). В частности, под ее руководством и при ее участии установлено, что основные гипотезы о природе континуального поглощения водяного пара — поглощение далекими крыльями сильных линий и поглощение димерами воды — отражают две стороны одного явления и их логичное сочетание поможет детализировать физическую природу континуального поглощения.

Ольга Борисовна — человек талантливый и увлекающийся. Кроме атмосферной оптики и спектроскопии ее волнует проблема Тунгусского феномена. Она — участник Комплексной самостоятельной экспедиции (КСЭ), неоднократно посещала район падения метеорита, собрала уникальные материалы, впоследствии представленные на сайте tunguska.tsc.ru, в создании и поддержке которого О. Б. Родимова принимает активное участие.

В ноябре 2023 года Законодательная дума Томской области наградила Ольгу Борисовну Родимову памятным знаком «Герц Томской области» в золотом исполнении — за высокий профессионализм, многолетний добросовестный труд, значительный вклад в развитие науки и подготовку высококвалифицированных кадров.

■ Татьяна Дымокурова

На фото из архива ИОА СО РАН:

— д. ф.-м. н. Ольга Родимова и ее ученик чл.-корр. РАН Игорь Пташник,

— кафедра в СФТИ, 1950-е годы. Верхний ряд, второй слева — Б.Н. Родимов



## АКАДЕМГОРОДОК

На выделенные из областного бюджета средства в поликлинику ТНЦ СО РАН приобретены рентгеностоматологический аппарат и электронейромиограф. Общая стоимость нового оборудования составляет более 2,5 млн рублей. Как отметил начальник департамента здравоохранения Томской области Роберт Фидаров, теперь в медучреждении есть необходимый арсенал для проведения обследований в амбулаторных условиях.

# Новое диагностическое оборудование в поликлинике

Новое оборудование очень востребовано и уже активно используется. Аппарат для прицельной рентгенографии зубов оснащен коллиматором, наличие этого специального устройства снижает дозу облучения. Датчик радиовизиографа помещается в полость рта. После того как

врач сделал снимок, он сразу же отображается на экране компьютера, что позволяет детально изучить полученное изображение. Само исследование занимает не более 10 минут. Уже более 150 пациентов по достоинству оценили новинку в своей поликлинике, теперь для прохождения такого рентгена им

не придется обращаться в другие учреждения здравоохранения!

Другой новый прибор — электронейромиограф — оценивает проведение нервного импульса по мышечному волокну и способность мышц реагировать на сигналы от нервных окончаний. Сама процедура заключается в воздействии низкоинтен-

сивных электрических импульсов и фиксации ответной реакции организма с помощью специального оборудования. Проведение подобного исследования необходимо не только для диагностики заболеваний нервной системы, но и выявления урологических, хирургических, гинекологических и офтальмологических патологий. Его использование позволяет не только установить их, но и впоследствии контролировать эффективность проводимого лечения.

По словам главного врача поликлиники ТНЦ СО РАН Елены Михайловой, благодаря поставке нового оборудования у медицинского учреждения также появилась возможность принимать пациентов по направлению из других медицинских организаций региона.

ГОЛУБАЯ ПЛАНЕТА

**Молодежная лаборатория мониторинга углеродного баланса наземных экосистем была создана в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН три года назад. В результате комплексных эмпирических исследований коллектив добился важных результатов в оценке изменений биогеохимического цикла углерода нарушенных лесов и болот Западной Сибири.**



К последним достижениям лаборатории следует отнести оценку влияния инвазивных вредителей уссурийского полиграфа и союзного кородея на углеродный баланс темнохвойных лесов Западной Сибири. Полученные результаты представлены в научном журнале первого квартала *Forests*.

— Как известно, больше всего углерода среди наземных экосистем накапливается лесами. Однако на них сильно сказывается негативное влияние климатических изменений, а также воздействие чужеродных (инвазионных) видов лесных вредителей. Среди них — уссурийский полиграф, пришедший с Дальнего Востока и захвативший огромную территорию от юга Восточной Сибири до Восточно-Европейской равнины. Аборигенные

## Как дышат леса и болота

темнохвойные деревья еще не научились сопротивляться новому вредителю, а неконтролируемый рост его численности приводит к потере лесными сообществами своих важнейших функций — защиты водных ресурсов и связывания углерода, — рассказывает заведующий молодежной лабораторией Иван Керчев.

Как отмечает Иван Андреевич, на пораженных лесных территориях процессы накопления углерода протекают иначе: это все равно, что

сравнить двух людей — полностью здорового и с легочными патологиями. Поэтому перед сибирскими климатологами встала задача: оценить способность древостоев поглощать углерод до и после поражения вредителем, а также измерить скорость перехода углерода, запасенного древесной фитомассой, в мертвое органическое вещество.

Ученые из ИМКЭС СО РАН одними из первых в России, еще в 2012 году, начали на регулярной основе иссле-

Молодежная лаборатория действует в рамках проекта Научно-образовательного центра мониторинга климатически активных веществ «Углерод в экосистемах: мониторинг», который сформирован под эгидой Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 гг.

довать пораженные уссурийским полиграфом лесные массивы. Полигоном для исследований стали четыре модельных участка в Ларинском ландшафтном заказнике на юге Томской области. Сотрудники лаборатории провели целый комплекс работ по оценке пула углерода в фитомассе живых и погибших деревьев и углерода, перешедшего в почву. Все отобранные в насаждениях образцы были исследованы с помощью изотопной и элементной масс-спектрометрии. Динамика способности лесных экосистем улавливать углерод и становиться источником его эмиссии оценивалась благодаря отслеживанию жизненного пути отдельных деревьев на модельных участках за период исследований и аллометрическому моделированию.

В результате было установлено, что запасы углерода, сохраняемого в лесу, увеличились почти на 5,5%,

тогда как фитомасса жизнеспособных деревьев за 12 лет уменьшилась. Накопление углерода произошло за счет сухостоя, поваленных деревьев и подстилки, которая стала толще. Иными словами, произошел значительный перенос углерода, запасенного в живых деревьях, в мертвый пул. В результате постепенного разложения органического вещества или из-за лесных пожаров в будущем этот углерод попадет в атмосферу в виде углекислого газа, усиливающего парниковый эффект на нашей планете.

Другое направление исследования представляет еще один сток углерода — болотные экосистемы. На территории Бакчарского района Томской области ученые ИМКЭС СО РАН изучают и сравнивают несколько участков болотной местности: с одной стороны, участки с естественной растительностью и устойчивым видовым составом, а с другой — осушенные и подверженные лесным пожарам. С помощью экспериментов и моделирования молодые ученые оценивают влияние температуры и влажности окружающей среды на углеродный баланс этих экосистем.

Работы ученых лаборатории можно сравнить с ускоренной съемкой, ведь в реальности все процессы в лесных и болотных экосистемах протекают очень медленно. В будущем комплексный биогеохимический мониторинг позволит получить представление о качественных и количественных характеристиках углеродного обмена, протекающего в них, выявить вклад этих процессов в климатические изменения.

■ Вера Жданова

**Группа ученых Института химии нефти СО РАН вернулась из очередной экспедиции в Республику Хакасия. В течение следующих месяцев им предстоит исследовать отобранные там пробы и образцы. На основе анализа их качественного и количественного химического состава будут получены новые фундаментальные знания о влиянии негативных факторов на экосистемы.**

Природу можно сравнить со стеной, разрисованной граффити в несколько слоев. Свои следы на ней оставляет любое воздействие — пожары, засухи и наводнения, загрязнение нефтепродуктами. Человеческому взору видна лишь малая толика общей картины — ее верхний слой. Постичь то, что скрывается внутри, поможет многолетний труд ученых. За последние пять лет томские химики побывали в десятке экспедиций — в Алтайском крае, по Томской области, а также участвовали в Большой норильской экспедиции. Теперь объектом изучения коллектива стали хакасские степи, этот проект завершится в 2025 году.

— Мы проводим мониторинг значимых биоиндикаторов на основе химического состава исследуемых объектов (пробы почв, трав, листьев кустарников) на территориях, восстанавливающихся после пожаров, сравниваем их с аналогичными значениями на фоновых участках, не подвергшихся пирогенному воз-

ПОЛЕВОЙ СЕЗОН

## Влияние пожаров на степные экосистемы



действию. Именно они и свидетельствуют о состоянии экосистемы в целом, а также о происходящих в ней изменениях, — поясняет старший научный сотрудник лаборатории природных превращений нефти, замдиректора института по научной работе Наталья Красноярова.

О том, как влияет пожар на степные экосистемы, рассказала старший научный сотрудник Варвара Овсянникова:

— Степной пожар стремителен, поэтому почва не прогорает глубоко, как правило, сжигается лишь стерня

(остатки стеблей), которая потом падает на землю в виде трухи. Тем самым почве дается дополнительное питание, населяющие ее микробы в этот период «жируют». Что же касается трав, то обычный состав органических соединений восстанавливается в них довольно быстро.

Во время экспедиционного сезона главные рабочие инструменты ученых очень похожи на инвентарь садовника — это лопата и садовые ножницы. Очень важно правильно отобрать образцы почвы и растительной подстилки и бережно до-

ставить взятые в степи пробы в институт, где их предстоит просушить.

Затем с помощью хромато-масс-спектрометра исследователи определяют химический состав основных групп соединений, но самое пристальное внимание направлено на состав липидов (стероидов, органических жирных кислот и их эфиров, терпеноидов и витаминов), который и помогает узнать, что же происходит с той или иной экосистемой. Здесь невольно приходит аналогия с приемом у врача, который оценивает состояние больного в целом, но для постановки диагноза ему необходимо отследить определенные симптомы и получить результаты конкретных обследований.

Анализ почвенного слоя степной зоны Хакасии показал, что почвы тех участков, через которые прошел пожар, отобранные через три месяца после него, отличаются от проб, взятых с фоновых территорий, содержанием и соотношением отдельных групп органических соединений в степном войлоке и гумусовом слое. Через год после пожара эти характеристики приближаются к фоновым значениям но еще не достигают их, то есть полного восстановления не происходит. В первое лето после пожара зафиксирована повышенная численность микрофлоры в слое степного войлока — по сравнению

с фоновыми участками. Как оказалось, во всех исследованных образцах степных почв процесс разложения гуминовых веществ доминирует над аммонификацией белков (процессом разложения органических азотсодержащих веществ с выделением аммиака), а также наблюдается низкая интенсивность деструкции углеводов.

Что же касается травянистых растений степной зоны Хакасии, то в составе липидов некоторых видов (володушки козелецелистной, подмаренника настоящего, тысячелистника обыкновенного, василистника малого, ириса ложного и полыни сизой), произрастающих на пострадавших от пожаров и фоновых участках, распределение терпеноидов, n-алканов, n-альдегидов, n-алканолов и длинноцепочечных n-алканолов различается незначительно. Заметные изменения зафиксированы лишь в составе стероидов отдельных видов трав: в большинстве видов растений наблюдается снижение их содержания, а повышение — в ирисе.

В следующем году, когда процесс продолжится, а возможно и завершится, ученые смогут сделать окончательные выводы о закономерностях восстановления степной экосистемы после пожаров.

На фото слева направо: старшие научные сотрудники Евгения Стрельникова, Ирина Русских, Петр Кадычагов, младший научный сотрудник Денис Федоров, замдиректора института по научной работе Наталья Красноярова, старшие научные сотрудники Елена Ельчанинова и Варвара Овсянникова

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ РНФ

# Без сучка и без задоринки

Ученые Томского научного центра СО РАН разрабатывают оптимальные составы и технологию получения оксидонитритной керамики (сиалона) путем азотирования в режиме горения (методом СВС). Такие изделия широко востребованы в металлургической промышленности, с их помощью фильтруют расплавы металлов, улавливая различные включения. Исследования выполняются при поддержке РНФ (проект № 24-79-00117).



сомнений в актуальности передовой технологии получения уже готовых к использованию в промышленности пористых керамических изделий, не нуждающихся в дополнительной механической или термической обработке, — рассказал руководитель проекта Антон Регер, научный сотрудник лаборатории новых металлургических процессов.

Первым этапом работы ученых в рамках проекта станет поиск оптимальных составов для получения в несколько стадий чистого сиалона, не содержащего посторонних примесей, который образуется в результате химических реакций между кремнием, алюминием, оксидом кремния и азотом.

Затем наступает черед предварительного структурирования порошковой заготовки, который можно сравнить с лепкой из глины. Чтобы получить нужную структуру будущего изделия, формируется специальная жидкая масса — шликер. В его состав входит сиалоновая порошковая смесь, водно-щелочной раствор, необходимый для варьирования размера пор будущего изделия, а также придающее прочность жидкое стекло и фиброволокна, с помощью которых армируется пористый каркас заготовки.

В результате взаимодействия водно-щелочного раствора с исходной порошковой смесью, содержащей алюминий и кремний, одновременно выделяется газ, который формирует пористую структуру, и набирается запас прочности самой заготовки. В конечном итоге получается некий хрупкий «скелет», который требуется аккуратно извлечь из формы и просушить.

Следующий этап — СВС-азотирование в специальном реакторе: после прохождения волны горения при температуре от 1 600 до 1 800 °С «скелет»-заготовка превращается в готовое пористое изделие, обладающее необходимыми физико-химическими свойствами. Все пройдет без сучка и без задоринки, если будут соблюдены два условия: оптимальный состав порошковой смеси и условия азотирования в режиме горения. В противном случае, говоря просто, сгорит «не по плану»: все процессы в СВС очень быстрые и протекают в агрессивных условиях, при которых происходит образование трещин и расплава.

Сначала в небольшом лабораторном реакторе будут получены образцы кубической формы размером 8 на 8 сантиметров, а затем в полупромышленном реакторе — образцы более крупного размера. Ученым предстоит решить еще одну важную задачу — научиться придавать изделиям пористую структуру, которая бывает двух типов — ячеистой и сотовой. Как пояснил руководитель проекта, особенности пористой структуры фильтра напрямую влияют на эффективность очистки расплавов металлов. Поэтому в ходе выполнения гранта ученые проведут аттестацию свойств полученных материалов и изучат влияние состава шликера на размер пор.

В настоящее время на металлургических предприятиях России нередко используются сиалоновые керамические пористые фильтры расплава, произведенные в странах Европы или в Японии. Как правило, их получают традиционными, достаточно дорогостоящими способами, которые требуют многодневной обработки изделий при очень высоких температурах.

■ Ольга Булгакова

АФИША

## Библиотека «Академическая» приглашает!

**2 октября в 15:00**  
«Семь стариков  
и одна девушка»:  
клуб «Для души» (12+)

**6 октября в 13:00**  
«Первая помощь»: беседа (6+)

**6 октября в 15:00**  
«Наш город, сотканный  
веками»: открытие выставки  
живописи (0+)

**9 октября в 15:00**  
«Нам года — не беда»:  
праздничное заседание  
клуба «Для души» (12+)

**13 октября в 13:00**  
«Поздравим папу!»:  
час творчества (0+)

**13 октября в 15:00**  
«Алхимия цвета»:  
мастер-класс по флюид-арту.  
Стоимость 350 руб. (18+)

**16 октября в 15:00**  
«Белая акация»:  
клуб «Для души» (12+)

**20 октября в 13:00**  
«Письмо себе»:  
занимательный час (6+)

**20 октября в 15:00**  
«Итальянские истории»:  
клуб «Для души» (12+)

**27 октября в 12:00**  
«Листопад-2024»: конкурс  
чтецов ко Дню бабушек  
и дедушек (0+)

**28 октября в 13:00**  
«Подарок бабушке  
и дедушке»:  
час творчества (0+)

**29 октября в 13:00**  
«Мультимастер»:  
час творчества (6+)

**31 октября в 13:00**  
«Флот маленьких  
корабликов»:  
час творчества (0+)

Работают выставки:

«Томский калейдоскоп»:  
персональная выставка  
Ольги Двизовой (0+)

«Наш город, сотканный  
веками»: выставка  
живописи  
клуба «Колорит» (0+)

**По средам  
с 19:00 до 21:00**  
заседает клуб авторской  
песни «Находка» (12+)



Виртуальная  
библиотека  
в Telegram:

t.me/acad\_library\_tomsk

В программе возможны  
изменения.

Наш адрес ул. Королева, 4.  
Справки по тел. 49-22-11.

ВЕРНИСАЖ

Новая выставка работ томских художников под названием «Добро пожаловать в Томск!» развернута в Конгресс-центре «Рубин». Ее открытие было приурочено к началу IX Международного конгресса «Потоки энергии и радиационные эффекты» (Energy Fluxes and Radiation Effects — EFRE-2024). Вернисаж собрал ученых, художников и поклонников живописи, а всю последующую неделю зрителями экспозиции были более 600 ученых из 8 стран мира — участников научного конгресса.

Мы открываем нашу выставку, посвященную Томску, в дни, когда он празднует свое 420-летие, а Томская область — 80-летие. Поэтому очень хочется познакомить гостей, которые приедут на конгресс, с богатой историей и культурой нашего родного города, — отметила куратор выставки Ольга Булгакова, шеф-редактор отдела по связям

## Признание в любви родному городу



с общественностью Томского научного центра СО РАН.

И вот настает миг знакомства с выставкой: здесь пейзажи, выполненные маслом, акварелью и акрилом, удивительная волшебная керамика. Каждая работа — это окно в мир старинного сибирского города, одного из ведущих российских центров в области науки и образования. Пришедшие на открытие гости останавливаются перед витрина-

ми, внимательно и долго рассматривая то, что им особенно приглянулось.

Пейзажи Галины Сорокиной, Натальи Фроловой и Александра Ломаева словно приглашают всех прогуляться по самым интересным и колоритным уголкам Томска, подняться на Воскресенскую гору, полюбоваться деревянными домами с затейливой резьбой или прокатиться на колесе обозрения в Городском саду.

Поражают своим разнообразием работы художника-керамиста Натальи Фроловой: это «Изумрудный город» по мотивам сказок А.М. Волкова, калейдоскоп наличников, украшающих томские окна, красавицы-синички, которых так и хочется покормить, необычная лошадка, являющаяся символом города, любимое блюдо томских студентов — тарелочка с аппетитными пельменями и многое другое!

Обновилась и постоянно действующая экспозиция лучших работ воспитанников Детской художественной школы № 1: они поражают своим мастерством и фантазией! Все произведения выставки объединяет одно — любовь к своему городу, благодаря чему зрители увидят такой разный и такой красивый Томск.

На встречу с Томском еще можно успеть: посетить выставку в Конгресс-центре «Рубин» по адресу пр. Академический, 16 можно до конца октября с 10–00 до 19–00, вход свободный. Организаторы — Томский научный центр СО РАН, Гильдия томских художников и Детская художественная школа № 1.

■ **КОНГРЕСС**

# О науке – легко!

Более двухсот томских школьников начали учебный год со знакомства с миром науки, став полноправными участниками IX Международного конгресса «Потоки энергии и радиационные эффекты» (EFRE-2024). В рамках одной из его секций под названием «Наука легким языком», созданной специально для старшеклассников, они прослушали лекции ведущих ученых-физиков из разных стран. Проект организован Томским научным центром СО РАН и Институтом сильноточной электроники СО РАН при поддержке ТГУ, ТПУ и ТУСУР.



И о том, как люди научились делать искусственные алмазы, необходимые в квантовых вычислениях, сенсорики и криптографии.

Старший научный сотрудник лаборатории нейтронной физики Объединенного института ядерных исследований в Дубне Татьяна Вершинина прочла лекцию о роли рентгеновской и нейтронной дифракции в исследовании кристаллических материалов. Коснулась Татьяна Николаевна и своего пути в науку, дав пример тем, кому на этот путь еще только предстоит вступить: «Я — выпускница физического факультета ТГУ, в прошлом работала в ИФПМ СО РАН. Горжусь теми знаниями, что я получила в Томске, все это позволило мне сейчас заниматься исследованиями на работе моей мечты!»

Завершил лекторий профессор Миланского политехнического университета Массимилиано Бестетти. Его выступление стало кратким путеводителем по углеродным нанотрубкам: что же это такое, как их получают и для чего они вообще нужны? «Размером меньше спичечной головки, нанотрубки используются в создании многих перспективных материалов для самых разных отраслей — от профессионального спорта до авиационной техники», — отметил ученый.

Важно отметить, что, задавая вопросы лекторам, школьники демонстрировали не только глубокую эрудицию, увлеченность физикой и современными технологиями, но и прекрасное владение английским. Самые интересные вопросы были отмечены памятными подарками.

— Физику следует познавать не только со страниц учебника, нужно пробовать участвовать в различных мероприятиях. Моим студентам, обучающимся по направлению «Дизайн», лекции были интересны, они старались вникнуть во все выступления, задать вопросы. Я буду рад приветствовать их еще раз. Поэтому выражаю огромную благодарность организаторам лектория, — поделился своим мнением преподаватель физики Томского коммунально-строительного техникума Илья Выборнов, постоянный участник познавательных проектов ТНЦ СО РАН.



Каждый юный слушатель пришел на «Науку легким языком» со своими ожиданиями. Например, семиклассник Академлицы Тимур Савкин, самый юный участник проекта, считает, что такие мероприятия прежде всего помогают углубить знания физики, которая нужна для понимания многих процессов в природе. Его папа, старший научный сотрудник ИСЭ СО РАН Константин Савкин, подчеркнул, что посещение такого лектория — это отличный шанс полезно и интересно

провести время со своим ребенком-подростком.

Но вот время начинать работу лектория! Его ведущий, замдиректора ТНЦ СО РАН по научной работе, доктор технических наук Анатолий Мазной, сразу задал тон всему мероприятию, обратившись к ребятам на английском языке — языке международного общения ученых.

Первую лекцию прочитал доктор Чен Чжан из Института электротехники Китайской академии наук, рассказав ребятам об использовании

низкотемпературной плазмы для преобразования углекислого газа. Как отметил гость из Пекина, каждый человек в своей жизни сталкивается с плазмой, ведь она имеет множество практических применений, и важно увлечь школьников физикой плазмы.

Выступление старшего научного сотрудника лаборатории оптических излучений ИСЭ СО РАН Евге-

ния Липатова было посвящено роли синтетического алмаза в высоких технологиях. Участники «Науки легким языком» узнали, например, что для использования в современной электронике не годятся даже самые лучшие природные алмазы — из-за содержания различных примесей.

Проект «Наука легким языком» появился два года назад по инициативе Томского научного центра СО РАН. Он погружает старшеклассников в атмосферу настоящей научной конференции, знакомит с передовыми достижениями науки и новыми технологиями.



**Будь в курсе:**  
новости Томского научного центра СО РАН  
доступны по QR-кодам



**«АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПРОСПЕКТ» 12+**

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук.  
Распространяется бесплатно. Тираж 1100 экз.  
Адрес издателя — г. Томск, 634055, пр. Академический, 10/4.  
Адрес редакции — г. Томск, 634055, пр. Академический, 10/4.  
Тел. 8 (3822) 492-344.

Адрес типографии — издательство «Демос», г. Томск, 634003, ул. Пушкина, 22. Тел. 8 (3822) 659-779.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ70-00339 выдано 20 июня 2014 года Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Томской области.

Время подписания в печать по графику — 16.00  
фактическое — 16.00  
Дата выхода в свет 24 сентября 2024 г.  
24 сентября 2024 г.  
25 сентября 2024 г.  
Главный редактор: О.В. Булгакова  
Ответственный секретарь: П.П. Каминский  
Фото в номере: П.П. Каминский  
Корректор: А.Н. Воробьева  
Дизайн и верстка: А.Ю. Алтухова

ISSN 2500-0160



9 772500 016003