

Уважаемые коллеги!

Сердечно поздравляю вас с нашим общим профессиональным праздником – Днем российской науки!

Научно-образовательный комплекс всегда был драйвером развития нашей Родины, эффективно решающим задачи государственного значения и готовым своевременно ответить на вызовы, которые стоят перед обществом и экономикой.

Наш регион по праву считается особенной территорией, где стремление к прогрессу и новым знаниям является славной исторической традицией. Эти ценности не утрачивают своей актуальности, напротив, они определяют дальнейшую траекторию успеха.

Создание Большого университета Томска, формирование уникальной среды для реализации масштабных междисциплинарных проектов, строительство нового кампуса, привлечение талантливой молодежи, укрепление позиций Томска как ведущего российского центра науки и образования – этим характеризуется новый интересный этап, который все мы сейчас проживаем.

Поэтому в этот день от всей души хочется пожелать вам и вашим научным коллективам прорывных результатов, смелых идей, новых партнеров и единомышленников, вдохновения, энтузиазма и успехов во всех начинаниях!

Директор ТНЦ СО РАН
Алексей Марков

ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ



По следам древнего озера

Прекрасные пейзажи Горного Алтая живут своей отдельной жизнью, меняются в течение многих веков, их летопись пишет природа, а читают ее ученые. В течение 20 лет изучением формирования и деградации Чуйско-Курайского озерного бассейна занимается научный коллектив под руководством Александра Позднякова, зав. лабораторией самоорганизации геосистем ИМКЭС СО РАН.

По террасе каждый год

Александр Васильевичу, недавно отметившему 85-летие, довелось поработать на Урале, Дальнем Востоке и на Байкале, побывать и в других живописных уголках России – на Камчатке и Сахалине, но, впервые оказавшись в Чуйско-Курайской котловине, он был поражен ее своеобразием. Так 20 лет назад и начался алтайский этап его исследований. Ученого прежде всего заинтересовал вопрос, как формировался при-

родный феномен озерного бассейна?

– Горное обрамление Чуйско-Курайской системы котловин включает в себя Северо-Чуйский и Южно-Чуйский хребты с юга, Курайский хребет – с севера, и хребты Сайлюгем и Чихачева – с востока и юго-востока. Площадь акватории находившегося здесь палеозера составляла 3 054 квадратных километра, его глубина – 657 метров, а объем воды – 753 кубокилометра. Продолжительность наполнения такого озера –

около 5 тысяч лет, а постепенное понижение уровня воды заняло 200 лет. Одной из примечательных особенностей озера является наличие высокой ледовой плотины, поэтому оно и было названо нами как Чуйско-Курайское ультравысоконапорное ледово-подпрудное озеро, – рассказывает исследователь.

Научный коллектив под руководством А.В. Позднякова в течение многолетних полевых экспедиций исследовал, измерил и описал более двухсот абразион-

но-аккумулятивных террас, которые образовались в результате спуска озерного бассейна. Некогда каждая из них становилась кусочком пляжа, освобожденного ото льда в течение короткого, продолжительностью менее трех месяцев, лета. Каждый год с понижением уровня озера формировался новый уровень террас.

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 3 ►



Там,
где интересно

СТР. 3



Как дышит
Западная Сибирь?

СТР. 4



Мы то,
что мы пьем

СТР. 5

■ ПОРТРЕТ
НА ФОНЕ

В 2023 году томская школа СВС отмечает две значимые юбилейные даты. 45 лет назад, в 1978 году, была создана лаборатория самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, а десятью годами позже, в 1988-м – учрежден филиал Института структурной макрокинетики АН СССР, который позже реорганизовали в отдел структурной макрокинетики Томского научного центра СО РАН. Это дает нам повод вспомнить об основателе томской школы исследований СВС – профессоре Юрии Максимове, жизненный путь которого прервался в прошлом году.

Дело продолжает жить



явление потом было названо самораспространяющимся высокотемпературным синтезом (СВС). Молодому ученому выпала уникальная возможность – сразу же оказаться на переднем крае науки, внести свой весомый вклад в новое направление.

Как ни заманчиво было остаться в Москве и продолжать работать под началом двух прославленных ученых – Александра Мержанова и Николая Семенова, единственного в СССР Нобелевского лауреата по химии, но новое научное направление должно было получить развитие и в крупных научно-образовательных центрах страны. Именно поэтому академик Семенов и посоветовал Юрию Михайловичу после окончания аспирантуры вернуться в Томск. В 1978 году научная группа под руководством Юрия Макси-

мова, созданная на базе НИИ прикладной математики и механики ТГУ, была преобразована в лабораторию СВС. Ее научный коллектив дал импульс исследованиям в области самораспространяющегося высокотемпературного синтеза на огромной территории Сибири и Дальнего Востока.

Треугольник Максимова

В статье «НИИ – опытное производство – завод», которую Юрий Максимов написал вскоре после возвращения в Томск, были очень четко сформулированы задачи, поставленные перед ним: «Проблема изучения так называемого химико-технологического вида горения практически не изучена. Целью этого направления является получение в режиме го-

рения целого класса нужных соединений». Прошло почти полвека. Что же удалось сделать за эти годы основателю томской школы СВС? Об этом рассказывает его преемник, начальник отдела структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН Сергей Зелепугин:

– Юрий Михайлович внес весомый вклад в развитие направления, связанного с СВС. Он привез эти идеи в Томск, сформировал и в самые сложные годы сохранил научный коллектив, создал свою научную школу. Позже научные группы, занимающиеся самораспространяющимся высокотемпературным синтезом, появляются в других сибирских научных организациях и вузах. Конечно, за эти годы был совершен огромный рывок вперед в фундаментальных исследованиях процесса горения, а созданные нашим научным коллективом материалы, которые получают с помощью СВС, широко используются в разных отраслях промышленности.

Одним из самых значимых успехов, который можно считать прорывом, является разработка под руководством Ю.М. Максимова и внедрение на Ижевском и Чусовском металлургических заводах технологии азотирования ферросплавов, которая была запатентована в 12 зарубежных странах, в том числе в Австрии, Англии, Германии, Голландии, Италии, США, Швеции, Японии, Франции, Китае. Другое значимое

достижение – это создание технологии синтеза крупногабаритных керамических фильтров нового поколения, опытные партии которых успешно использовались на АО «Саянскимпласт».

Новые вызовы

О том, какие вызовы стоят сегодня перед научным коллективом, созданным профессором Ю.М. Максимовым, рассказывает Сергей Зелепугин:

– Огромное значение приобретают фундаментальные исследования в области численного моделирования на микроуровне, полученные результаты позволяют получить новые знания о процессах горения и синтеза. Прорывы в моделировании позволяют выполнить имеющиеся проблемы в изучении динамики этих процессов, которые невозможно выявить с помощью экспериментальных методов. В свою очередь, новые фундаментальные результаты позволят получать материалы и изделия с выдающимися свойствами, совершенствовать технологии СВС.

Как говорит Сергей Алексеевич, Томский научный центр СО РАН хранит, продолжает и развивает традиции, заложенные Юрием Михайловичем: мы по-прежнему в числе российских лидеров в численном моделировании, а также предлагаем материалы и изделия, востребованные в сфере строительства, энергосберегающих технологий.

■ Нина Скатурина

Все дороги ведут в Томск

Судьба дважды в буквальном смысле приведет Юрия Максимова в Томск. Первый раз в 1950 году, когда его семья переедет в наш старинный сибирский город из Кирова. Получив аттестат зрелости, молодой человек поступит на физико-технический факультет ТГУ и через несколько лет после его окончания, в 1969 году, получит направление в аспирантуру Института химической физики АН СССР в Москве.

Напомним, что всего два года назад, в 1967 году, будущий академик Александр Мержанов совершит научное открытие: новое

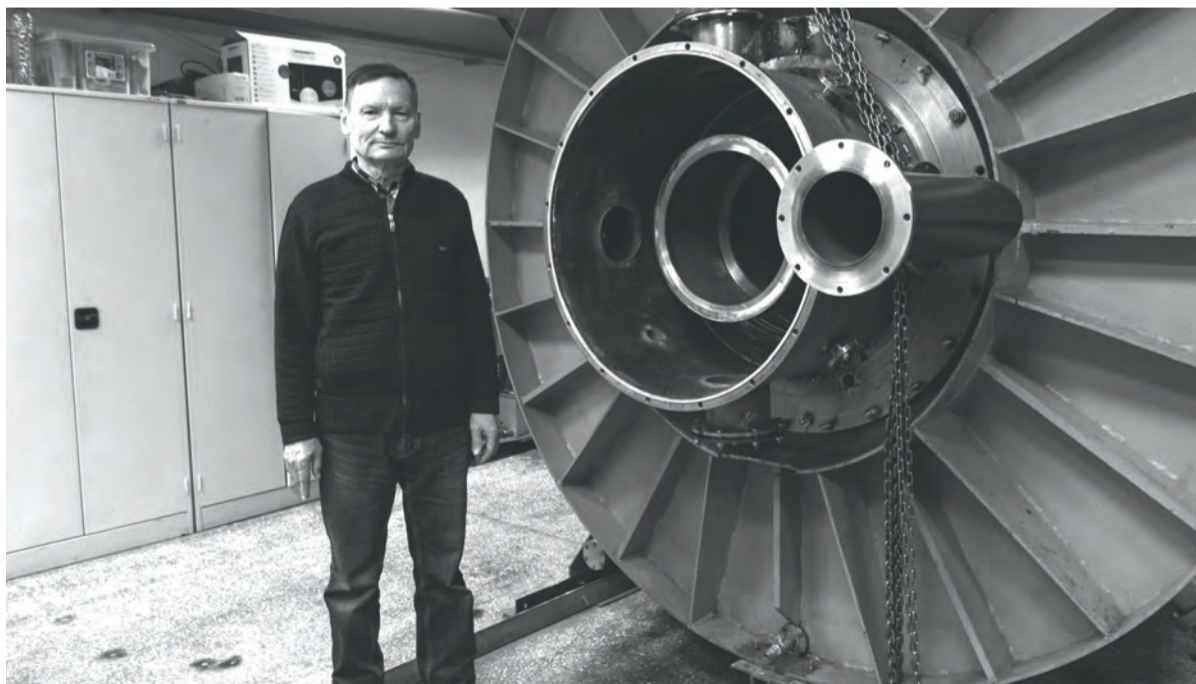
■ ЭКСПЕРИМЕНТ

В ИСЭ СО РАН группа специалистов отдела высоких плотностей энергии под руководством старшего научного сотрудника Сергея Сорокина реализовала электромагнитное сжатие тонких металлических оболочек импульсами тока с наносекундным временем нарастания. Полученные результаты имеют фундаментальное значение и могут послужить развитию многих исследований, в том числе достижению термоядерного зажигания.

— В экспериментах по электродинамическому сжатию тонких оболочек из алюминиевой фольги (лайнеров) с начальными диаметрами 0,7–1,0 миллиметра, выполненных на уникальной научной установке МИГ (амплитуда тока 2 мегаампера), за счет обострения фронта тока через оболочку до нескольких наносекунд достигнуто 20-кратное радиальное сжатие оболочки, – рассказывает Сергей Аркадьевич.

Лайнер представляет собой цилиндр из тончайшей фольги, который издали можно принять за швейную иглу для бисера. Если сравнить размеры лайнера и тераваттного импульсного генератора МИГ, в голову приходит аналогия с муравьем и подводной лодкой. Сначала

Все дело в лайнере



в специальных конденсаторах накапливается электрическая энергия, а затем через лайнер пропускается электрический ток, магнитное поле которого сжимает оболочку и разгоняет ее до скорости в несколько сотен километров в секунду. На оси оболочки кинетическая энергия частиц из направленного движения переходит в тепловое движение, в результате чего формируется сгусток плазмы с температурой в сотни электронвольт – это несколько миллионов градусов!

Учеными под руководством С.А. Сорокина удалось добиться уменьшения времени нарастания тока через оболочку до нескольких наносекунд, что позволило снизить на порядок радиус формируемого сгустка плазмы и, как следствие, на два порядка увеличить плотность внутренней энергии плазмы в сгустке. Впервые в мире было показано, что уже при уровне тока около двух мегаампер может быть получен столб плазмы с плотностью, в несколько раз превышающей твердотельную, и

плотностью внутренней энергии плазмы не менее трехсот миллионов джоулей на кубический сантиметр. Таким образом, ученые ИСЭ СО РАН продемонстрировали, как достижения современной науки меняют привычные представления о возможности создания в лабораторных условиях плазмы с высокой плотностью энергии.

– На основании результатов экспериментов можно заключить, что при наносекундных временах нарастания тока можно ожидать термоядерно-

го зажигания сжимаемой металлической оболочкой дейтерий-тритиевой смеси при токах порядка 10 мегаампер, которые достижимы на уже существующих сильноточных генераторах, – отмечает Сергей Сорокин. – Это, в свою очередь, может привести к прорыву в термоядерных исследованиях, так как снижается порог достижения термоядерного зажигания за счет уменьшения энергетики необходимых для этого сильноточных генераторов.

По словам ученого, такие эксперименты можно проводить на установках с амплитудами тока 10–15 мегаампер, которые действуют в настоящее время в мире. Ранее считалось, что получение термоядерного зажигания возможно только при условии применения генератора с амплитудами тока более 60 мегаампер.

Полученные результаты повлияют на развитие и других фундаментальных научных направлений и их практических приложений. Они позволят получать сильные магнитные поля уровня 100 мегагаусс на генераторах с током несколько мегаампер, а также повысить эффективность перехода энергии генератора в мягкое рентгеновское излучение. Кроме того, эти результаты помогут астрофизикам продвигаться в изучении новых знаний о внутреннем строении таких астрофизических объектов, как гигантские планеты и коричневые карлики.

■ СМЕНА

Большими успехами запомнится 2022 год для молодых ученых ИФПМ СО РАН, которых здесь работает 120, т. е. более половины от общей численности всех сотрудников. В частности, были защищены 12 кандидатских и 2 докторские диссертации. Мы встретились с одним из новопеченных докторов наук, чтобы поговорить о его научных исследованиях. Знакомьтесь, Андрей Чумаевский, старший научный сотрудник лаборатории локальной металлургии в аддитивных технологиях!

■ В поисках нового

Андрей Валерьевич – выпускник лесотехнического (в настоящее время – механико-технологического) факультета Томского государственного архитектурно-строительного университета. После окончания вуза в 2009 году он поступил в аспирантуру, сменив специальность на физику конденсированного состояния. В 2014 году успешно защитил кандидатскую диссертацию, которая была посвящена проблеме организации деформации в монокристаллах меди с различной кристаллографической ориентацией при одноосном сжатии и сухом трении скольжения. В 2015 году молодой кандидат наук получил приглашение – перейти на работу в Институт физики прочности и материаловедения СО РАН. Начинается новый этап в жизни – полная смена тематики научных исследований.

– Открывать для себя новые направления – это очень интересно. Наука – одна из немногих сфер, где человек имеет возможность покорять рубежи новых знаний и информации, – рассуждает молодой доктор технических наук. – Всегда хочется быть в числе первых в каком-то направлении. Так, например, научный коллектив ИФПМ СО РАН является одной из немногих научных организаций в мире, которая

Быть в числе первых



занимается электронно-лучевой технологией проволоочной 3D-печати. В этом и заключается миссия ученого – находить новые объекты исследований.

■ В составе коллектива

С 2018 года Андрей Чумаевский работает в молодежной лаборатории локальной металлургии в аддитивных технологиях:

– Мне нравится быть частью динамично развивающегося и

энергичного коллектива. Очень важно, что у нас есть и старшие опытные коллеги, которые могут передавать нам свои знания и опыт. В современной науке, как правило, именно научный коллектив, а не отдельно взятый ученый, получает значимые результаты и реализует прорывные проекты, хотя и каждый участник команды вносит туда свой вклад – наиболее ценные профессиональные компетенции.

В течение последних четырех лет в институте создано пять молодежных лабораторий, в коллективы которых пришли более 50 новых молодых сотрудников. Количество статей в престижных высокорейтинговых журналах выросло с 50 до 200 в год, а число грантов РНФ – более 40, когда руководителем грантового проекта является практически каждый пятый сотрудник института.

Как иллюстрация этого – рассказ о проектах, участником которых является молодой доктор наук. Прежде всего, это исследования, направленные на аддитивное получение изделий из титановых, алюминиевых, медных, никелевых жаропрочных сплавов и сталей, а также создание новых технологий упрочнения поверхности изделий путем введения в их поверхностный слой особых компонентов в процессе электронно-лучевой печати или фрикционной перемешивающей обработки.

■ Как же их соединить?

А.В. Чумаевский задействован в проекте РНФ, целью которого является разработка композиционных материалов и функционально-градиентных элементов конструкций, которые обладают уникальными свойствами. Прежде всего, способностью соединять в объеме одного изделия разные материалы, наделенные различными характеристиками – коррозионной или трибологической стойкостью, жаропрочностью, теплопроводностью, твердостью и т. д. Такие материалы и элементы конструкций востребованы в химической промышленности, авиационной и ракетно-космической сфере, в судостроении или общем машиностроении (при создании сопел ракетных двигателей, шар-баллонов – специальных емкостей для хранения топлива, переходных элементов между топливной аппаратурой из различных сплавов, емкостей для агрессивных сред, работающих при высокой температуре и т. д.)

Для их получения используются разные материалы. Например, снаружи той или иной детали необходим жаропрочный материал, а внутри, напротив, требуется отводить тепло из рабочей зоны сопла.

Или необходим переход, скажем, от компонента из титанового сплава – к алюминиевому сплаву, или от титанового сплава – к нержавеющей стали. Вся проблема в том, как же их соединить? Ведь при сварке разнородных материалов на их границе образуется особая хрупкая прослойка из интерметаллидов – то самое «слабое звено», которое может приводить к разрушению детали или элемента конструкции при эксплуатации. Однако путем управляемой подачи металлических филаментов в зону печати возможно добиться плавного и бездефектного перехода от одного материала к другому, без образования сплошных хрупких прослоек между ними.

■ Там, где интересно

– Молодежная кадровая политика относится к числу основных приоритетов, молодые ученые стали одним из драйверов развития нашего института, – говорит директор ИФПМ СО РАН Евгений Колубаев. – Считаю, что для жизнеспособности и перспективности любого научного направления необходимо привлечение талантливой молодежи, воспитание исследователей – от студентов и аспирантов до кандидатов и докторов наук. Будущее есть только там, где молодежь, где ей интересно!

Евгений Александрович подчеркивает, что, поступая в институтскую аспирантуру, специалист еще и устраивается на должность либо инженера, либо младшего научного сотрудника. Это позволяет ему сразу получать достойную зарплату и всецело посвящать себя подготовке диссертации, не отвлекаясь на подработки. Эффективной подготовкой кадров высшей квалификации способствует и участие научной молодежи в различных грантах и проектах, а также современное научное оборудование, необходимое ученому-материаловеду.

■ Вера Жданова

■ ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ

◀ ОКОНЧАНИЕ.
НАЧАЛО НА СТР. 1

■ Катастрофы здесь не было

– Одной из известных ранее гипотез о причинах деградации озерного бассейна являлась катастрофическая. Суть ее заключалась в следующем: в результате разрушения удерживающей озеро плотины в Курайской части озерного бассейна сформировался гигантский водоворот, который изменил окружающий рельеф. Однако проведенные нашим коллективом исследования опровергли эту гипотезу, доказав постепенный уход воды из озерной котловины, – поясняет Александр Васильевич.

Маркером длительности этого процесса является формирование морфоскульптуры – комплекса из тех самых двухсот террас, постепенно меняющих свой уро-

По следам древнего озера

вень, появляющихся по мере обнажения поверхности склонов и днища котловин. Как отмечает ученый, если бы в Курайской котловине действительно образовался водоворот со скоростью течения 5-10 метров в секунду, в настоящее время мы созерцали бы лишь каньоны и острые скалы, но никак не лестницу абразионных террас. Вывод исследователей подтверждается пространственно-временной гидродинамической несовместимостью разнородных явлений: формирование абразионных уступов в волноприбойной береговой зоне озерного бассейна не допускает возможности образования высокоскоростного водоворота. Следовательно, грядово-ложбинный рельеф в Курайской котловине формировался в период, предшествующий образованию озера, что и было подтверждено впервые установленной исследователями озерной толщей осадков, покрывающей поверхность древнего грядово-ложбинного рельефа.

Александр Васильевич указал еще на один фактор, опровергающий катастрофическую гипотезу:

– Ледовая плотина, испытывавшая огромное давление, которая удерживала озеро в течение многих сотен лет, формировалась в результате ежегодного самонамораживания, происходившего в идеальных климатических условиях перигляциальной зоны в узкой долине. В отличие от горных ледников, здесь не было условий для формирования трещин, которые привели бы к катастрофе.

Сегодня достижения современной науки позволяют нам узнать, что же происходило с ландшафтами разных территорий, как они формировались; и, конечно же, нам всем остается удовольствие, созерцая прекрасные виды, попытаться представить себе, как все выглядело в Чуйско-Курайской котловине в период жизни палеозера.

■ Ольга Булгакова



Каждого, кто, бывал в Республике Алтай и добрался до Чуйско-Курайской котловины, потрясает красота фантастических пейзажей. Стоит только задуматься на миг: они являются ареной, на которой разворачивались драматические события жизни разных народов, вершились судьбы отдельных людей, при этом неизменной остается величественность окружающего природного ландшафта!

■ СУДЬБА ЧЕЛОВЕКА

Старший научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования ИХН СО РАН Владимир Огородников, отметивший свое 75-летие в конце января, – из команды первопроходцев томской академической науки. Это уникальный специалист в области спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопии) – метода, без которого невозможен синтез новых веществ, исследование различных нефтепродуктов.

— В 1971 году я закончил физический факультет Казанского университета, очень хотелось посмотреть Сибирь, поэтому обрадовался, когда появилась возможность выполнять диплом на базе Института катализа в Новосибирском академгородке. Мой научный руководитель рассказал о том, что в Томске открывается новый академический институт, где только формируется коллектив и будут приборы для проведения нескольких видов спектроскопии, – вспоминает Владимир Данилович.

Очень почетно и символично – быть в числе первых научных сотрудников нового академического института и жителей только начавшего строиться Академгородка. Владимир Данилович рассказал о том, как возводился Институт химии нефти. Например, ему вместе

Более полувека в институте



с коллегами довелось класть крышу, остеклять окна в здании, отделять актов зал. Семья Огородниковых, где к тому времени уже родилась дочь, стала новоселами самого первого жилого дома в Академгородке по улице 30 лет Победы, 2.

С самого начала направление научной деятельности Владимира Даниловича было связано с ЯМР-спектроскопией, которая и по сей день считается одним из самых

информативных методов исследования молекул.

– Главной целью таких исследований является изучение структуры молекул на различных ядрах. Следует отметить, что структурные исследования имеют первоочередное значение при синтезе новых веществ, изучении различных нефтей, каждая из которых имеет свои структурные особенности, – объясняет ученый.

Самый первый прибор в институте, появившийся в 1973 году, умел определять лишь ядра молекул водорода, но каждое новое поколение оборудования становилось умнее и расширяло возможности исследования структуры молекул вещества. Нынешний, уже пятый по счету прибор, является многоядерным, это значит, что он позволяет изучать вещества по спектрам различных ядер (водорода, угле-

рода, серы, фтора, азота, кремния, лития и др.).

В ИХН СО РАН методы ЯМР-спектроскопии востребованы при структурном анализе нефтей: при разработке эффективных технологий работы с обводненными нефтями, для улучшения способов тонкой переработки нефти и получения ценных нефтепродуктов, исследования ценных видов нефтей, добытых из определенных скважин.

Владимир Данилович активно сотрудничает с томскими вузами, из 170 его научных работ некоторые выполнены в соавторстве с сотрудниками университетов. Совместные исследования проводились и с томскими политехниками, и с медиками. Их целью было изучение структур новых веществ химического и лекарственного назначения. Обращаются коллеги и из других сибирских городов: ИХН СО РАН славится своими специалистами и традициями далеко за пределами Томска!

Недавно чета Огородниковых отметила золотую свадьбу. За праздничным столом собрались трое детей и шестеро внуков. Сегодня все они – томичи, а все благодаря тому, что их любимый папа и дедушка, будучи молодым специалистом, выбрал Сибирь.

■ Ольга Булгакова
Фото Владимира Бобрецова

■ ГОЛУБАЯ ПЛАНЕТА

Изучением вклада лесных и болотных экосистем Западной Сибири в мировой круговорот углерода займется молодежная лаборатория мониторинга углеродного баланса наземных экосистем, созданная недавно в ИМК-ЭС СО РАН. О направлении исследований нового коллектива мы попросили рассказать заведующего лабораторией Ивана Керчева.

— Важнейшей задачей всех стран, признанной международными протоколами и конвенциями, является мониторинг и контроль выбросов парниковых газов и их сокращение, – рассказывает Иван Андреевич. – Россия считается одним из главных поглотителей углерода, наши наземные экосистемы – болота и леса, наряду с амазонскими лесами, можно назвать легкими нашей планеты. Организация сети мониторинга позволит ответить на вопросы о том, насколько эффективно они поглощают углерод.

Средний возраст сотрудников лаборатории – 28 лет. Среди них специалисты в области мониторинга лесных и болотных экосистем, геоботаники, почвоведы, химики. Всем им предстоит изучить два вида сибирских экосистем – болота и темнохвойные кедрово-пихтовые леса. Особое внимание будет уделено лесным массивам, пораженным насекомыми-инвайдерами: уссурийским

Как дышит Западная Сибирь?



полиграфом – короедом дальневосточного происхождения, повреждающим пихту, и союзным короедом – видом европейского происхождения, приводящим к гибели кедровников.

– Одной из самых серьезных проблем для сибирских лесов, в том числе и широко распространенных припоселковых кедровников, стало нашествие двух

чужеродных видов вредителей – союзного короеда и уссурийского полиграфа. Повреждаемые чужеродными видами экосистемы постепенно гибнут, процесс полного восстановления леса на пораженной территории может занять несколько веков, а последствия, вызванные контактом с насекомыми, могут негативно влиять и на со-

стояние следующих поколений деревьев.

Поэтому молодые ученые должны выяснить, насколько пораженные новыми стволовыми вредителями леса, по сравнению со здоровыми, теряют способность быть резервуарами (пулами), накапливающими углерод.

Болота, будучи основными стоками углерода, тоже имеют свою специфику. Органическое вещество здесь хорошо накапливается, не успевая разложиться и вернуться в круговорот углерода. Ученым предстоит изучить, как именно происходит процесс его накопления разными видами растительности, и сколько же углекислого газа в конечном итоге выходит из этого цикла.

На 2023 год уже выбраны модельные участки, где будет проведена оценка запасов углерода, продуктивности экосистем на разных стадиях повреждения, запланировано проведение серии экспериментов, которые позволят оценить скорость разложения растительных остатков при разных температурах.

Разработанный коллективом подход к проведению обследований на разном масштабе, подразумевающий детальные обследования «на земле», измерение индексов растительности с помощью беспилотников и снимков из космоса, позволит связать показа-

тели всех этих трех уровней оценки.

Молодежная лаборатория начала свою работу 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 годы. Напомним, в состав НОЦ входит 21 учреждение науки и высшего образования, главная его задача заключается в том, чтобы создать эффективную сеть наблюдений за углеродным балансом в разных экосистемах и регионах России.

Как объясняет исследователь, ускорение темпов климатических изменений на нашей планете диктует применение целого комплекса научных методов. Математические модели, цифровые двойники экосистем, создаваемые учеными по всему миру для повышения точности прогнозов, остро нуждаются в точных эмпирических данных для разных регионов. Сибирь в этом плане одна из важнейших территорий. Организация здесь обширной сети мониторинга позволит провести оценку состояния экосистем и их потенциала в удержании углерода – понять, как дышит Западная Сибирь.

Западная Сибирь – уникальный регион, который играет значимую роль в балансе углерода и парниковых газов на нашей планете. Здесь находятся самые крупные в мире болотные экосистемы и бореальные леса, являющиеся резервуарами, накапливающими углерод.

■ НЕДРА

Возможные риски для здоровья человека, связанные с употреблением вод ненадлежащего качества из нецентрализованных источников водоснабжения Томской области, оценили ученые из Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН.

Качество жизни людей зависит от многих факторов, гидрогеологи на первое место ставят экологическое благополучие водных ресурсов, особенно тех, которые мы используем каждый день в питьевых целях. Дело в том, что самое большое количество микроэлементов человек получает именно с водой. Можно без преувеличения сказать: мы то, что мы пьем, – говорит научный сотрудник ТФ ИНГГ СО РАН Юлия Колубаева.

Не секрет, что в ходе хозяйственной деятельности человека подвергаются загрязнению не только поверхностные воды – реки и озера, но и подземные источники. При центральном водоснабжении в городах эта проблема решается путем водоподготовки, которая включает

Мы то, что мы пьем



себя фильтрацию, обезжелезивание и обеззараживание, а также контроль химического состава. Так что при использовании воды из централизованных источников водоснабжения сомнений в ее качестве не возникает. Но что делать тем, у кого центрального водопровода нет, а используются одиночные скважины, колодцы или родники? Такие источ-

ники водоснабжения не всегда являются безопасными ввиду отсутствия предварительной водоподготовки и какой-либо информации о содержании в них химических веществ, которые могут быть завышены относительно норматива.

Сверхнормативное содержание компонентов в воде может быть связано не только с антропогенным

Продолжительное употребление воды из нецентрализованных источников водоснабжения (частных скважин, колодцев, родников) может оказать негативное влияние на здоровье человека – в том случае, если в такой воде содержание каких-либо химических элементов многократно превышает допустимые нормы.

воздействием, а также и с естественными природными условиями. Так, особенностью подземных вод многих регионов России, в том числе и Томской области, является повышенное природное содержание железа и сопутствующего ему марганца.

Томские ученые посчитали риски для здоровья, связанные с употреблением вод источников нецентрализованного водоснабжения Томской области, в которых железо, марганец, а также нитраты, кальция и магний были обнаружены в концентрациях, превышающих норму. Оценка риска для здоровья проводилась для взрослых и детей. Результаты исследования показали, что основной риск создает железо, для которого было отмечено превышение нормы более, чем в 100 раз. Для остальных компонентов уровень риска, как правило, оценивался как минимальный и допустимый.

– Использование такого подхода позволяет спрогнозировать

риск возникновения тех или иных заболеваний. Так, исследованиями, проводившимися на территории России, установлена взаимосвязь между концентрациями железа в воде и некоторыми видами неинфекционных заболеваний, самым распространенным из которых является атопический дерматит, – говорит Юлия Викторовна. – При длительном употреблении вод с высоким содержанием железа в питьевых целях существует вероятность возникновения и других патологий неинфекционного характера, таких как болезни мочеполовой, эндокринной систем и органов пищеварения, нейродегенеративные заболевания и др.

На этом подобные исследования сотрудников ТФ ИНГГ не заканчиваются. В 2023 году в рамках проекта РФФИ (№ 20-77-10084) ученые приступят к изучению качественного состава арктических вод.

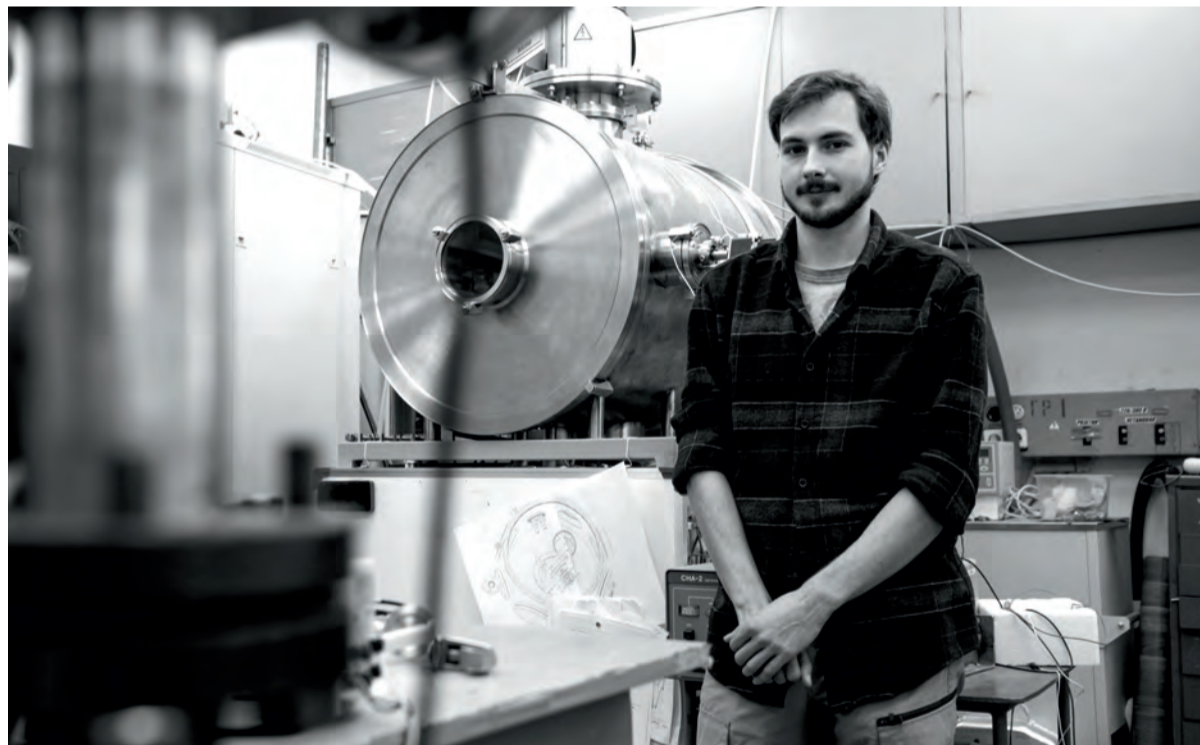
■ ПЕРВЫЙ КВАРТИЛЬ

Ученые из ИСЭ СО РАН, Томского госуниверситета и ТНЦ СО РАН заложили фундаментальные основы синтеза широкого класса полимерных покрытий с уникальными свойствами с использованием плазмы газового разряда низкого давления, поддерживающегося в потоке газа. Такие полимеры востребованы в медицине, машиностроении, а также в качестве защитных покрытий изделий, эксплуатируемых в агрессивной среде космоса и в суровых условиях Арктики. Полученные результаты были представлены в высокорейтинговом журнале *Vacuum*.

Полимеры – это вещества, состоящие из длинных макромолекул, где атомы связаны друг с другом посредством ковалентных связей. Существуют природные полимеры, например, хорошо знакомые целлюлоза или белки. Существуют и синтетические полимеры, это, например, полиэтилен или поливинилхлорид, – рассказывает один из соавторов статьи аспирант Даниил Зуза. – Как правило, при синтезе полимеров полимеризация инициируется в результате химической реакции между мономером и другими веществами. В настоящее время актуальным направлением является плазмохимический синтез полимеров, позволяющий получать полимерные покрытия путем активации молекул мономера в плазме газового разряда.

По словам молодого ученого, к преимуществам плазмохимического синтеза относятся возможность создавать полимеры из множества органических или эле-

Рожденные плазмой



ментоорганических химических веществ, в том числе из тех, которые не могут полимеризоваться традиционным подходом, а также возможность получать полимерные покрытия за относительно короткое время в одну стадию и без использования растворителей.

В плазме происходит передача энергии от частиц плазмы к испаренным молекулам мономера, благодаря чему молекулы активируются. В результате образуются высокорекреационноспособные частицы, которые впоследствии осаждаются на поверхность и формируют покрытие. Полученные таким способом полимерные покрытия обладают уникальными свойствами, которые можно «настроить» заранее путем варьирования различных параметров плазмохимической установки.

Научный коллектив, в состав которого вошли ученые из трех организаций, подходит к развитию темы комплексно – изучая фундаментальные основы процессов, приводящих к плазменной полимеризации, создавая оборудование и разрабатывая современные методы получения полимерных покрытий. Итогом поисковых исследований, поддержанных грантом РФФИ в 2019 году, стало создание на базе Института сильноточной электроники СО РАН прототипа экспериментальной установки для нанесения полимерных покрытий с помощью плазмы газового разряда в потоке газа.

Особенность установки заключается в том, что активация мономера происходит в ограниченном объеме плазмохимического реак-

тора, тогда как осаждение реакционноспособных частиц происходит на поверхности материала, расположенного в вакуумной камере. Таким образом, формирование полимеров происходит практически без воздействия плазмы на материал, что позволяет покрывать изделия, чувствительные к такому рода воздействию. Также благодаря такому подходу размер обрабатываемого материала может быть достаточно большим и ограничивается лишь размерами вакуумной камеры, а не электродной системы.

Как поясняет Даниил Александрович, плазмохимическое осаждение полимерных покрытий является сложным многофакторным процессом, на который влияет целый ряд параметров, описать их и учесть во всем многообразии

крайне сложно. Поэтому необходимо планомерно выявлять эмпирические закономерности и факты, способствующие дальнейшему развитию метода.

Научный коллектив из сотрудников лабораторий вакуумной электроники и низкотемпературной плазмы ИСЭ СО РАН, Центра исследований в области материалов и технологий химфака ТГУ и лаборатории перспективных технологий Томского научного центра СО РАН исследует процессы плазмохимического синтеза полимеров и устанавливает влияние целого ряда параметров (состав рабочей газо-паровой смеси, скорость потока смеси, природа подложки, параметры газового разряда, давление в системе) на выход полимерного покрытия, его химический состав и, следовательно, на его физико-химические свойства.

Ученым удалось выявить режимы работы плазмохимической установки, приводящие к наиболее эффективной плазменной полимеризации гексаметилдисилоксана, при которых формируются полиметилсилоксановые полимеры, обладающие высокой диэлектрической прочностью, термостабильностью, стойкостью к химически агрессивным средам и высокой адгезией к металлическим материалам.

Дальнейшее развитие плазмохимического синтеза полимерных покрытий позволит создать заделы современных технологий получения новых материалов с заранее заданными свойствами в интересах медицины, машиностроения, пищевой промышленности и аэрокосмической отрасли.

■ Вера Жданова

ГОЛУБАЯ ПЛАНЕТА



Теория Борового

Ученые Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН в ходе многолетних исследований разработали и экспериментально проверили теорию, на которую ориентируется весь мир. Климатологи корректируют свои региональные и глобальные математические модели в соответствии с научным результатом томичей.

Для прогноза изменения климата необходимо знать радиационный баланс планеты – соотношение между энергией излучения, поступающего на Землю от Солнца, и количеством тепла, уходящего в космос. На последнее сильно влияют парниковые газы, основной из которых – водяной пар. Наибольшая его концентрация содержится в мощных облаках – кучевых и слоисто-дождевых.

На ледяных кристаллах

Рассчитывать рассеяние излучения на сферических водяных каплях небольшого размера (порядка 5 микрон), из которых состоят низкие облака, в науке умеют давно. Хуже обстоят дела с кристаллическими облаками, например, перистыми, которые располагаются на высотах от 6 до 12 километров. Кристаллы льда имеют значительно больший, чем капли воды, размер (порядка ста и даже тысячи микрон), и они не сферические (типичная форма у них – гексагональные столбики и пластинки). Обычные методы расчета для таких частиц не пригодны.

Прогресс в теоретических расчетах произошел, когда главный научный сотрудник ИОА СО РАН Анатолий Боровой разработал оригинальный метод физической оптики, позволяющий рассчитывать параметры оптического излучения, рассеянного частицами любых размеров, вплоть до миллиметров. Основные идеи, положенные в основу этого метода, развивались в институте с 1980-х годов (А.А. Поповым, О.В. Шефер, Б.В. Каулем, Д.Н. Ромашовым, И.А. Гришиным и др.), но именно Анатолию Георгиевичу удалось собрать воедино весь накопленный опыт и сформулиро-



вать теоретическую основу нового метода.

Вместе с Александром Коношонкиным и Натальей Кустовой был реализован эффективный компьютерный алгоритм, способный решать задачу рассеяния света на ледяных атмосферных кристаллах. С появлением в институте высокопроизводительного вычислительного кластера «Феликс-К» удалось практически полностью решить данную задачу.

Дело не только в размере

Оптические эффекты, проявляющиеся в кристаллических облаках, не определяются только размерами частиц. Кристаллы льда, которые образовывались в облаках, часто имеют правильную форму, и у них практически всегда есть плоские грани, которые могут вызвать зеркальное отражение света. И есть прямые углы между гранями – они вызывают «уголковое отражение» в обратном к падающему свету направлении. Более того, пластинки и столбики стремятся ориентироваться при падении длинными сторонами в горизонтальной плоскости. То, что таких кристаллов в облаке много, известно давно. Именно такие кристаллы вызывают красивые явления гало в виде кругов и дуг вокруг солнца.

Зеркальное отражение от преимущественно ориентированных кристаллов существенно меняет поток солнечного излучения, по сравнению с кристаллами, ориентированными хаотически. Теория А.Г. Борового позволяет учитывать и такие сложные случаи, но для этого нужно знать, как часто в природе в реальных облаках присутствуют горизонтально ориентированные частицы и насколько сильно влияет на ориентацию частиц турбулентность. Проблема в том, что прежние многочисленные исследования облаков проводились в основном с самолетов, и они показывают форму частиц, но не показывают их ориентацию – самолет просто разбрасывает кристаллики в разные стороны.

Многолетние наблюдения кристаллических облаков под руководством Виктора Галилейского, проводимые All-sky камерой ИОА СО РАН, показали, что частицы в облаках ориентируются преимущественно в горизонтальной плоскости значительно чаще, чем предполагалось ранее. Игнорирование этого факта не позволит улучшить точность климатических моделей, поскольку приводит к ошибкам в расчете радиационного баланса. В связи с этим остро встал проблема определения параметров ориентации частиц в облаках, накопления статистических данных.

В дело вступают лидары

Исследование эффекта зеркального отражения от частиц в кристаллических облаках получило дальнейшее развитие при использовании поляризационных лидаров. Как и солнечный свет, лазерное излучение отражается от ориентированных кристаллов, сохраняя исходное состояние поляризации, и никакого влияния на ориентацию частиц излучение лидара не производит. Таких наблюдений проводилось в мировой науке очень много, в том числе в группе оптического зондирования атмосферы ИОА СО РАН под руководством Юрия Балина и на кафедре оптико-электронных систем и дистанционного зондирования ТГУ под руководством Игнатия Самохвалова. Однако эти исследования показали, что неподвижный, вертикально ориентированный лидар не позволяет достоверно определить важный параметр ориентации кристаллов – угол отклонения частиц от горизонтальной плоскости.

Существенный прорыв в этом направлении произошел, когда старший научный сотрудник Григорий Коханенко разработал уникальный сканирующий поляризационный лидар ЛОЗА-МЗ, позволяющий измерять углы наклона зеркальных частиц. Оказалось, распределение наклонов описывается экспоненциальным законом с очень острым пиком шириной около 30 угловых минут. Это значит, что при отклонении лидара от вертикали всего на один градус энергия отраженного света уменьшается почти на порядок.

Понятно, что статистические характеристики, описывающие ориентацию частиц в облаках, важны при оценке прохождения солнечной радиации. Тем не менее подавляющее большинство современных климатических моделей не учитывают ориентацию частиц в облаке, предполагая, что частицы ориентированы абсолютно случайным образом. Такое предположение существенно упрощает задачу, поэтому и пользуется большой популярностью. Строгое решение задачи переноса солнеч-

ного излучения с учетом преимущественной ориентации частиц в мире способны получить лишь несколько научных групп. Одна из передовых групп – научная группа под руководством ведущего научного сотрудника Татьяны Журавлевой.

Наблюдая уголковое отражение

Еще один интересный эффект – наблюдение уголкового отражения от ориентированных частиц. Предсказанный Анатолием Боровым эффект должен наблюдаться при направлении излучения лидара под углом 32 градуса к вертикали. Эффект очень понятный, но без сканирующего лидара наблюдать его невозможно. Он так бы и оставался теоретическим предсказанием, но лидар ЛОЗА позволил его обнаружить. При зондировании под этим углом ученые наблюдали не только увеличение интенсивности обратно рассеянного света, но и предсказанное увеличение деполяризации излучения. Очень важно, что теоретические расчеты, проведенные в руководимой А.В. Коношонкиным лаборатории рассеяния электромагнитных волн, учитывающие сложный состав кристаллов в облаке (смесь пластинок, столбиков и частиц сложной формы), очень хорошо совпали с данными экспериментальных наблюдений. Это очередной раз доказывает достоверность теоретических и экспериментальных данных.

Таким образом, в ИОА СО РАН благодаря совместным усилиям нескольких научных групп удалось провести комплексное исследование ориентации кристаллов в облаке и доказать, что игнорирование данного факта препятствует дальнейшему росту точности климатических моделей и прогноза погоды.

■ Татьяна Дымокурова

На снимке слева направо: А.Г. Боровой, Г.П. Коханенко, А.В. Коношонкин. На фото Валерии Сапожниковой – явление гало

Библиотека «Академическая» приглашает!

8 февраля в 15-00 – «Судьба куми - ра»; кино клуб «Волшебный фонарь»

12 февраля в 13-00 – «Самые красивые валентинки»; мастер-класс

12 февраля в 15-00 «Парк сердец»; анимационный час

19 февраля в 13-00 – «Нашим защитникам»; час творчества

21 февраля в 15-00 – «Не забывайте о солдатах»; клуб «Для души»

26 февраля в 13-00 «Маслена идет – весну за руку ведет»; фольклорный праздник

Каждую среду с 19-00 до 21-00 клуб авторской песни «Находка». Вход свободный

Дом ученых ждет гостей!

9 февраля в 18-00 – «Квадратный стол»; дружеская встреча ученых в рамках празднования Дня российской науки. Вход по пригласительным билетам.

10 февраля в 18-30 – концерт-подарок ко Дню российской науки: выступление казачьего ансамбля «Разгуляй» (с. Кривошеино). Вход свободный.

14 февраля в 18-30 – «Программа для детей и взрослых»; песни в исполнении участников школы вокала Ю. Архиповой в рамках социально-культурного проекта «Бесплатный обменник по вторникам». Вход свободный.

Наш адрес пр. Академический, 5. Справки по тел. 49-17-58

Виртуальная библиотека в Telegram: t.me/acad_library_tomsk

9 февраля – «В узедном городе №»: виртуальная викторина по роману «Двенадцать стульев»

14 февраля – «Хранитель»: виртуальная выставка к 120-летию Семена Гейченко

17-20 февраля – «Морской бой»: розыгрыш настольной игры

18 февраля – «Проказа №...»: виртуальные чтения к 60-летию сборника «Эмил из Леннеберги»

19 февраля – «Как на масляной деле...»: виртуальная викторина. В программе возможны изменения. Наш адрес: ул. Королева, 4. Справки по тел. 49-22-11

АФИША

«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 - ООО «Интегральный переплет», Томская обл., г. Томск, 634009, ул. Водяная, д. 78 стр. 3 офис 1

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 6 февраля 2023 г.
7 февраля 2023 г.
Главный редактор: О.В. Булгакова
Ответственный секретарь: П.П. Каминский
Фото в номере: В.Н. Петровская
Дизайн и верстка: К.С. Горбачевский

ISSN 2500-0160



1 6 0 0 1



9 772500 016003