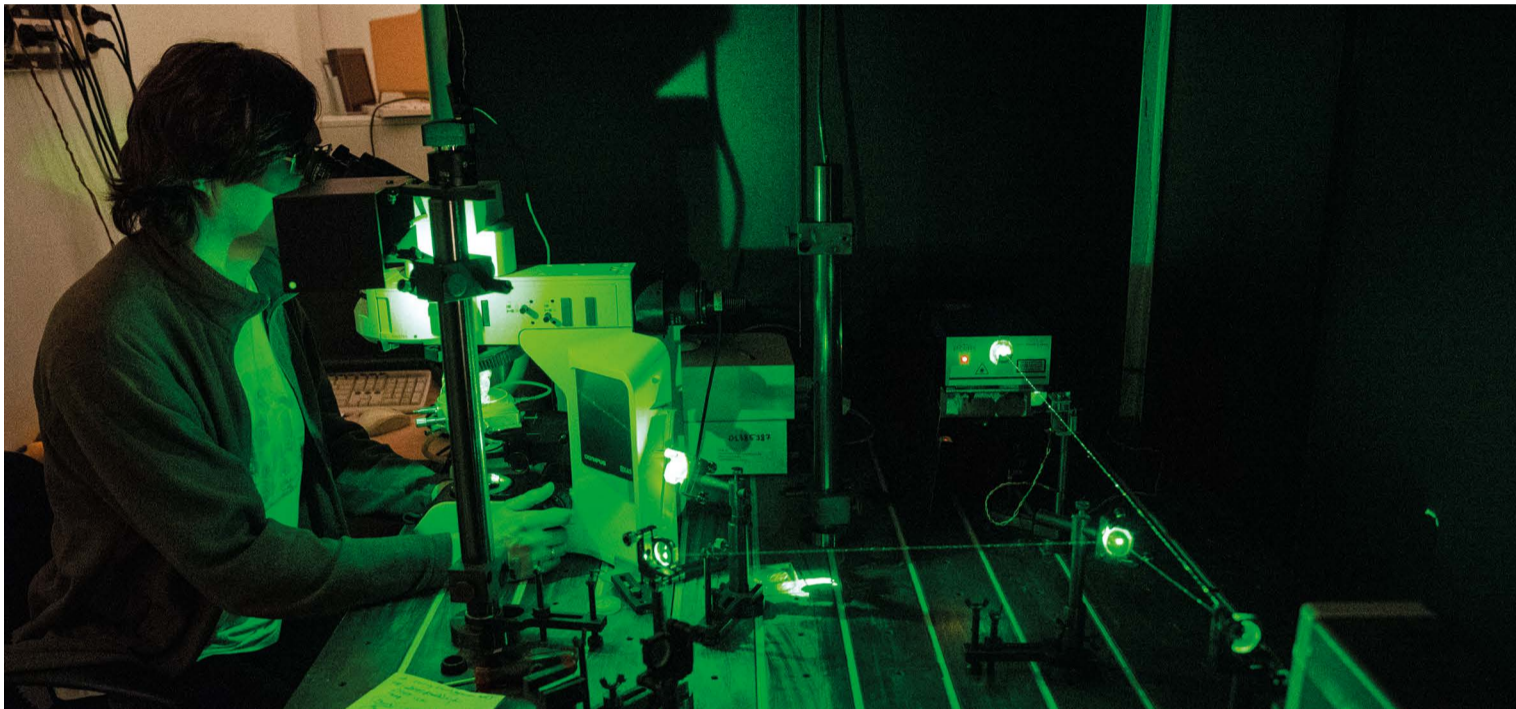




# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 14 апреля 2022 года • № 14 (3325) • 12+

## Жир и лед: как и зачем замораживают эмбрионы кошек?



Читайте на стр. 4–5

Импортозамещение

## Сибирские ученые сделают отечественное оборудование для резки металлов и бурения

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск) получил поддержку Минобрнауки России на реализацию двух комплексных проектов по созданию совместно с промышленными партнерами высокотехнологичных производств: интеллектуальных адаптивных систем плазменной резки металлов и роторных управляемых систем для вскрытия сложных пластов и бурения скважин с большим отходом от вертикали в экстремальных условиях Арктики.

С металлами небольшой толщины успешно справляется лазерная резка, но ей не по зубам металлы большой толщины, в несколько сантиметров, используемые в тяжелом машиностроении при производстве металлургического, горно-шахтного, бурового, энергетического оборудования, морских и речных судов, локомотивов и вагонов, в крупном станкостроении и так далее. Здесь используются мощные системы плазменной резки, в которых Россия испытывает острую зависимость от поставок комплектующих из-за рубежа. Все производимые в России станки для высокоточной плазменной резки металлов средней и большой толщины (более 50 мм), обеспечивающие высокое качество реза, комплектуются плазменными источниками иностранных производителей.

На решение этой проблемы направлен проект под руководством директора ИФПМ СО РАН доктора технических наук **Евгения Александровича Колубаева**. Совместно с промышленным партнером ООО «ИТС-Сибирь» (красноярским пред-

ставительством АО «Научно-производственная фирма «ИТС» – ведущим российским производителем и поставщиком сварочного оборудования и расходных материалов) в течение двух с половиной лет планируется разработать отечественные системы плазменной резки на базе российских комплектующих и внедрить их в производство. Министерство науки и высшего образования РФ выделило 141 миллион рублей на реализацию проекта, такой же объем финансирования направит промышленный партнер.

Итогом реализации второго проекта должно стать создание к 2025 году отечественного высокотехнологичного импортозамещающего производства роторных управляемых систем «ЛУЧ-195», используемых в наклонно-направленном бурении для доступа к нефтеносным пластам, вертикальный доступ к которым затруднен или невозможен. Основными мировыми поставщиками роторных управляемых систем являлись компании большой нефтесервисной четверки: Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes и Weatherford, три из которых уже заявили о планах ухода из России. Поэтому создание производства отечественных роторных управляемых систем становится одной из важнейших задач.

Индустриальным партнером здесь выступает ООО «Научно-производственное предприятие геофизической аппаратуры «Луч»» (Новосибирск), которое уже более 25 лет разрабатывает и производит геофизические аппаратно-программные комплексы для исследования нефтяных скважин, занимая более 40% российского рынка геофизической аппаратуры. Объем

финансирования проекта на ближайшие три года составит 410 миллионов рублей: 205 миллионов поступят из федерального бюджета и еще столько же – со стороны индустриального партнера.

«Наука должна работать в тесной связке с реальным сектором экономики, оперативно решая те задачи, которые стоят перед разными отраслями промышленности, – отмечает руководитель проекта заведующая лабораторией физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля доктор технических наук **Светлана Петровна Буякова**. – Для нас очень важно и значимо, что в институте реализуется такой проект, это стало возможным благодаря фундаментальным исследованиям, которые ведет наш коллектив, и успешному опыту взаимодействия с промышленными партнерами».

В настоящий момент НПП ГА «Луч» ведет строительство комплекса промышленных зданий для производства геофизической аппаратуры в Новосибирске. Открытие высокотехнологичного производства позволит создать 450 новых рабочих мест. Планируется ежегодно выпускать 20 роторных управляемых систем, которые будут востребованы в сложных геологических условиях и позволят наладить добычу трудноизвлекаемой нефти. Кроме того, благодаря разработке уникальных биметаллических материалов для корпусных элементов роторной управляемой системы будет обеспечена стойкость оборудования к гидроабразивному износу на 10% выше, чем у существующих аналогов.

Пресс-служба ТНЦ СО РАН

Новость

### В ИНГГ СО РАН готовятся к полевому сезону

Экспедиционные отряды ИНГГ СО РАН будут работать с середины мая до конца октября на территории Западной и Восточной Сибири. Среди традиционных направлений – Забайкалье и Якутия; Республика Алтай и Алтайский край; Новосибирская и Кемеровская области. Задачи, которые будут решать ученые, носят как фундаментальный, так и практический характер.

В частности, Олёкминский стратиграфический отряд проведет комплексное литолого-седиментологическое, палеобиологическое и геохимическое изучение верхневендских и нижнекембрийских осадочных последовательностей Сибирской платформы в бассейне реки Олёкмы (Якутия).

Нижнеудинский отряд будет изучать опорные разрезы верхнего протерозоя в целях совершенствования и детализации стратиграфической основы и установления особенностей протекания осадочных процессов в районе реки Уда (Иркутская область).

Булкурский отряд исследует верхнетриасовые породы в керне новых скважин и естественных выходах в бассейне реки Булкур (Якутия) и смежных районах.

Два отряда будут работать в Забайкалье: «морской» проведет исследования, чтобы выявить и взаимно увязать следы биотических и абиотических событий в разрезах морских юрских отложений для межрегиональных корреляций, а «континентальный» соберет новый палеонтологический материал из разрезов континентальной юры и мела Забайкалья для уточнения их возраста и корреляции с разрезами Северо-Восточного Китая и Монголии.

Целью работ Палеозойского стратиграфического отряда станет комплексное палеонтолого-стратиграфическое исследование опорных кембрийских и ордовикских разрезов Новосибирской, Кемеровской областей и Алтая.

Кузбасский отряд проведет комплексное изучение опорных разрезов девона и карбона Салаира и окраин Кузнецкого бассейна для разработки нового варианта стратиграфической схемы девона и карбона данного региона.

Обской гидрогеологический отряд исследует роль органического вещества в формировании химического состава природных вод северных территорий Западной Сибири и геохимии природных вод Кузбасса.

Пресс-служба ИНГГ СО РАН

## В Иркутске обсудили международное сотрудничество России и Монголии

В Иркутске прошла международная научная конференция «Россия и Монголия: результаты и перспективы научного сотрудничества». Мероприятие было приурочено к 100-летию установления дипломатических связей России и Монголии и 50-летию открытия Генерального консульства Монголии в Иркутске.

На открытии пленарного заседания директор Иркутского филиала Сибирского отделения РАН академик **Игорь Вячеславович Бычков** отметил, что в рамках конференции будут определяться направления и предложения для международных интеграционных проектов.

«Наши страны связаны не только экономически, территориально — мы связаны духовно и ментально. Более ста лет назад установлены дипломатические отношения между Россией и Монголией, можно сказать, что мы братские народы, и за ту огромную помощь, которую монгольский народ оказал Советскому Союзу и нашему народу во время Великой Отечественной войны, мы всегда будем благодарны нашим монгольским коллегам. Сегодня Монголия активно участвует в социально-экономическом развитии наших стран, и эта конференция — вклад в научную дипломатию, дальнейшее развитие нашей страны и близкой и дружественной нам Монголии», — подчеркнул Игорь Бычков.

Губернатор Иркутской области **Игорь Иванович Кобзев** напомнил, что Монголия — давний стратегический партнер Приангарья, в прошлом году исполнилось 50 лет со дня открытия старейшего дипломатического представительства в области — Генерального консульства Монголии в Иркутске. Он также отметил, что в 2021 году традиционный товарооборот области с Монголией составил почти 85 миллионов долларов США.

«Мы уделяем большое внимание развитию и укреплению торгово-экономических связей и добрососедских отношений с Республикой. Большой интерес представляют перспективные направления сотрудничества, выгодные для обеих сторон. В первую очередь это относится к энергетической сфере. Есть проекты создания перерабатывающих производств. Инфраструктурные проекты — основа взаимодействия в ближайшем будущем. Также Иркутская область остается одним из ведущих поставщиков топливно-энергетических ресурсов в Монголию», — подчеркнул Игорь Кобзев.

Генеральный консул Монголии в Иркутске **Жигмэд Энхжаргал** рассказал, что при помощи Советского Союза были достигнуты существенные успехи в области развития строительства, градостроительства, построены школы, медицинские учреждения. Он подчеркнул, что сейчас у каждого есть стремление сохранить и приумножить сотрудничество между нашими странами.

«В последние годы отношения между Монголией и Россией не только развиваются, но и выходят на новый качественный уровень», — сказал Жигмэд Энхжаргал. Одно из свидетельств — строительство газопровода из России в Китай через Монголию. Он также напомнил о комплексной советско-монгольской экспедиции.

«Результатами комплексных экспедиций стали не только научные результаты, но и настоящая, истинная дружба, сотрудничество между странами, университетами и личностями. Эта экспедиция дала свои плоды, и эту работу нужно продолжить. Конференция имеет большую значимость, и она определит дальнейший путь совместного развития научных исследований двух стран», — заключил Жигмэд Энхжаргал.

Председатель Сибирского отделения РАН академик **Валентин Николаевич Пар-**

**мон** отметил, что открывшаяся конференция — одна из наиболее крупных научных конференций СО РАН в этом году.

«Она посвящена очень серьезному событию, особенно в турбулентный период нашей истории, когда выявляются настоящие друзья. Очень приятно, что конференция проходит и очно, в живом формате, сейчас это большая редкость, и это большая отага наших монгольских коллег приехать в сложное время, ведь ковид еще не закончился», — сказал Валентин Николаевич.

Он напомнил, что у СО РАН и Академии наук Монголии очень глубокая история взаимодействия в сферах экономики, археологии, палеонтологии, геологии, биоразнообразия, экологии, в развитии сельского хозяйства и промышленности. Валентин Николаевич рассказал, что в СО РАН сосредоточена как минимум одна треть наиболее активного научного потенциала России, работающего по фундаментальным и прикладным исследованиям. Помимо этого, у Сибирского отделения хорошие отношения с индустриальными партнерами. Также Сибирское отделение РАН интенсивно восстанавливает свои функции интегратора и инициатора комплексных научных исследований. Валентин Николаевич выразил надежду, что такие комплексные программы будут продолжены при совместном участии российских и монгольских ученых.

В рамках конференции Валентин Пармон наградил нагрудным знаком «Золотая сигма» академика Академии наук Монголии **Сэрээтэрийна Батмунха**, который недавно был удостоен звания «Почетный доктор Сибирского отделения РАН».

Президент АНМ академик **Рэгдэл Дугэр** отметил, что Иркутск играет особую роль в российско-монгольских отношениях: десятки тысяч квалифицированных монгольских специалистов практически

во всех отраслях народного хозяйства были подготовлены именно в этом городе. Председатель Общества монголо-российской дружбы летчик-космонавт, Герой СССР и МНР **Жугдэрдэмидийн Гуррагча** рассказал, что в последние годы выросло количество монгольских студентов, обучающихся в Российской Федерации, и он уверен, что конференция даст мощный импульс для дальнейшего научного сотрудничества.

Вопросы взаимодействия в сельском хозяйстве, фармацевтической промышленности и других сферах участники конференции обсудили и на специальной рабочей встрече с губернатором Иркутской области Игорем Кобзевым. Также обсуждалась необходимость увеличения поддержки Российским научным фондом российско-монгольского сотрудничества.

«Очень важно, что Игорь Иванович активно поддерживает научную дипломатию — сейчас это один из главных вопросов. Чтобы ни происходило в мире, специалисты, которые хорошо понимают друг друга, бывают едины, и очень часто, даже под давлением правительств, остаются друзьями. Из дружественных стран Монголия — одна из наиболее дружественных для России», — сказал председатель СО РАН.

Работа конференции проходила в академических институтах Иркутска. После пленарного заседания ученые двух стран работали в секциях «Биология, химия и экология», «Геология, геохимия, география», «Энергетика», «Физика и астрономия», «Математика и информатика» и «Медицина». Также о своих исследованиях рассказали молодые ученые в рамках специальной секции.

Пресс-группа  
Иркутского филиала  
Сибирского отделения РАН

## Глава Академии наук Монголии обозначил результаты и перспективы сотрудничества с Россией

Академик **Дугэр Рэгдэл** подчеркнул значимость столицы Приангарья в становлении научно-образовательного сотрудничества двух стран.

«Иркутск играл и играет особую роль в российско-монгольских отношениях, так как десятки тысяч квалифицированных монгольских специалистов практически во всех областях народного хозяйства были подготовлены именно здесь и продолжают обучаться и по сей день, — констатировал Дугэр Рэгдэл. — Назову только двух из них: крупнейшего государственного деятеля Монголии XX века **Юмжаагийн Цэдэнбала** и влиятельнейшего лидера науки и высшего образования современной Монголии академика **Баазарына Ширэндэва**».

Президент АНМ сделал экскурс в историю трансграничных взаимодействий ученых. Они начались практически синхронно образованию современного монгольского государства: Ученый комитет Монголии (Монголучком), созданный в ноябре 1921 года, придавал особое значение установлению связей с Академией наук соседней России. Символическим жестом со стороны Монголучкома стал дар отсутствовавших в академическом Азиатском музее (Петроград) частей героического эпоса «Гэсэриада». Со стороны Академии наук СССР важным шагом стало образование в 1925

году специальной постояннодействующей Монгольской комиссии, проводившей десятки совместных экспедиций и других научных мероприятий.

В 1940–1950-е годы научные контакты стали осуществляться непосредственно с Президиумом АН СССР и с некоторыми ее институтами. «Этот период, помимо достигнутых научных результатов, знаменателен также тем, что с советской стороны была оказана действенная помощь в создании Академии наук МНР в 1961 году, — подчеркнул ее действующий президент. — С этого момента внешние связи и сотрудничество нашего государства в области науки вышли на более высокий уровень».

Дугэр Рэгдэл привел ряд примеров успешного научного сотрудничества. В их числе крупные междисциплинарные исследовательские проекты, такие как совместная комплексная биологическая экспедиция, действовавшая более 50 лет. По итогам ее работы вышло около 6 500 публикаций.

«Отмечая огромные достижения в научном изучении Монголии, ее природных условий, полезных ископаемых, истории и культуры, быта и жизни монгольского народа и сопредельных с Монголией территорий, следует подчеркнуть, что наши академические институты достойно продолжают традиционные полевые

исследования и в других направлениях по настоящее время, — подчеркнул академик Д. Рэгдэл. — Примером тому могут стать наши совместные археологические экспедиции на территории Монголии, находки которых имеют большой международный резонанс. Здесь я ограничусь напоминанием о том, что в 2005–2015 годах наши археологи совместно с учеными Института археологии и этнографии СО РАН успешно провели раскопки погребальных комплексов Ноин-Улы. Мне приятно отметить, что эти раскопки, продолженные спустя почти 90 лет после знаменитой экспедиции **Петра Кузьмича Козлова**, были проведены именно вместе с учеными из СО РАН».

Говоря о перспективах сотрудничества, глава Академии наук Монголии выделил несколько приоритетных направлений. «Нам необходимо совместно реализовывать крупномасштабные высокотехнологичные исследовательские проекты, направленные на создание новых продуктов и услуг, таких, например, как создание катализаторов для переработки нефти и так далее», — убежден Дугэр Рэгдэл. Он также призвал сосредоточить усилия и ресурсы научных организаций двух стран на решении проблем экологии и декарбонизации. Президент АНМ считает необходимым продолжать совместную работу по комплексной оцен-

ке биоценозов озера Хубсугул и исследованию энергетических систем Северо-Восточной Азии.

Российско-монгольские научные коллаборации могут быть вписаны в более широкие межгосударственные программы. «Мы хотим реализовать совместные проекты для улучшения научного обеспечения строительства экономического коридора РФ — Монголия — КНР, — привел пример Д. Рэгдэл. — Для этого нами разработан долгосрочный эколого-социально-экономический проект с трехсторонним финансированием».

Президент АНМ также сообщил о развитии академической научной инфраструктуры Монголии. «В 2020 году мы начали строительство крупнейшего за всю историю развития национального научного сектора комплекса зданий и сооружений, куда переедут почти все НИИ АНМ и других ведомств. Согласно правительственным планам, бюджетное финансирование научного сектора к концу 2024 года увеличится в четыре раза по сравнению с уровнем 2020-го, — сказал Д. Рэгдэл. — Так что условия сотрудничества с иностранными учеными заметно улучшатся, и для нас с вами появятся новые, более широкие возможности».

# Красноярские ученые собрали единственный в России прибор для самой большой охлаждаемой антенны в космосе

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» создали уникальный прибор, с помощью которого можно измерять малые деформации материала, вызванные изменением температуры, электрическим и магнитным полем, внешним давлением. Прибор собран по заказу АО «Информационные спутниковые системы» им. ак. М. Ф. Решетнёва» и используется для разработки российского космического телескопа «Миллиметрон».



А. Л. Фрейдман

«Миллиметрон» — это один из высокотехнологичных российских научных проектов в космосе. Он должен стать единственной в мире космической обсерваторией миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн в ближайšie 10–20 лет, что делает Россию мировым лидером в важнейшем направлении космических исследований. Запуск телескопа с охлаждаемым десятиметровым зеркалом запланирован на 2030 год. Это будет самая большая охлаждаемая антенна в космосе.

Для сравнения: диаметр зеркала космического телескопа им. Джеймса Уэбба (James Webb Space Telescope, JWST) равен 6,5 м. Разумеется, прямое сопоставление здесь не совсем корректно, поскольку JWST работает в ближнем и среднем инфракрасных диапазонах электромагнитного излучения (длина волны 0,6–28 мкм), более близких к видимому свету и предъявляющих более высокие требования к точности геометрии и чистоте обработки поверхности зеркала. «Миллиметрон» рассчитан на дальний ИК и субмиллиметровый диапазон (100–10 000 мкм, или 0,1–10 мм), более близкий к радиоволнам, поэтому его главное зеркало также называют антенной, хотя чистота обработки ее поверхности и точность геометрии также должны быть очень высокими.

«Миллиметрон» и JWST скорее дополняют друг друга, чем конкурируют, однако от сравнений не уйти. Слишком много у проектов общего: работа в окрестности точки L2 в 1,5 млн км от Земли; использование раскрываемых на орбите зеркал, поскольку под обтекателями ракет их можно уместить только в сложенном виде; охлаждение до криогенных температур; управление геометрией лепестков зеркал с помощью высокоточных актуаторов; огромные теплоизоляционные экраны, прикрывающие телескопы от Солнца; близкая масса космических аппаратов — 6,5 тонн у JWST и 6,6 тонн у «Миллиметрона»; схожие габариты — около 20 метров.

Для того чтобы проект был успешно реализован, очень важно провести все необходимые исследования и расчеты на Земле. О том, какие задачи в рамках этого проекта решают красноярские ученые, рассказал старший научный сотрудник лаборатории сильных магнитных полей Института физики им. Л. В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат физико-математических наук Александр Леонидович Фрейдман.

— Расскажите, пожалуйста, чем вы сейчас занимаетесь?

— «Миллиметрон» — это космическая обсерватория, которая будет располагаться на расстоянии 1,5 миллионов километров от Земли. Задач у этого проекта масса. Например, он будет ловить свет от ранних

галактик, появившихся в первый миллиард лет после Большого взрыва, в то время свет от них был в ультрафиолетовом диапазоне. Так как Вселенная расширяется, объекты удаляются друг от друга и их скорость увеличивается, это излучение сместилось в инфракрасную зону. Чтобы их увидеть, нужно смотреть именно в этом диапазоне. Он будет работать не только в формате телескопа, но и в формате интерферометра, как удаленная пара для второй обсерватории, расположенной на Земле. Благодаря большому расстоянию между двумя обсерваториями на Земле и в космосе может быть достигнуто гигантское угловое разрешение.

Основная задача, которая возложена на Институт физики им. Л. В. Киренского, — это исследование материалов, выяснение их пригодности для использования в таких условиях. Мы запускаем космический аппарат, собранный на Земле, у него есть свои размеры и характеристики. Когда он оказывается в космосе и раскрывается, начинает работать криогенная система, которая всё охлаждает до температур, близких к абсолютному нулю. Все материалы реагируют на изменение температуры. Это нужно учесть для того, чтобы конструкция работала. Зеркало — это сложная система, ее нужно сделать очень точной. Чем более правильной будет геометрия, тем точнее мы сможем увидеть дальние объекты. Зеркало не может быть идеальным, потому что оно состоит из элементов. Такую конструкцию запустить целиком в космос нельзя, поэтому она будет состоять из деталей, которые будут раскрываться. Соответственно, мы не получим идеальное параболическое зеркало, оно всё равно будет состоять из деталей, но эти детали обладают возможностью настройки. У каждого элемента есть несколько приводов, которые позволяют делать прогиб, изгиб, смещение.

Само зеркало будет работать при температуре -269 °С, а вот датчик, который ловит сигнал — при температуре -272 °С. Для того чтобы понять, как поведут себя материалы при столь низких температурах, мы и проводим эксперименты на Земле. Все материалы, которые используются в космосе, как правило, сложные, они должны быть легкими и прочными — это композиты. Приведу пример: предпо-

ложим, что у нас деталь, которая состоит из стекла и футбольного мячика, скрепленных друг с другом. Мячик при охлаждении сожмется, а стекло практически не деформируется, из-за этого возникнет внутреннее напряжение в стекле, и оно может не выдержать. Поэтому необходимо понимать, как состыковать детали из разных материалов. Кроме вопросов, связанных с поведением самих материалов, есть еще особенности конструкции, которые определяются жесткими геометрическими параметрами.

— В чем сложность конструкции телескопа?

— Телескоп имеет зеркало, охлаждаемое до температуры -269 °С, которое защищено от излучения извне несколькими экранами. Четыре экрана пассивные и один активный. Это означает, что первые просто отражают излучение, а последний охлаждается хладагентом. Экраны нужны для того, чтобы тепловое излучение, например от Солнца, не грело принимающее зеркало. Зеркало должно иметь низкую температуру, чтобы на датчик приходил исключительно отраженный сигнал, а само зеркало не являлось источником инфракрасного излучения. Датчик же расположен по центру и имеет температуру еще ниже, порядка -272 °С, — говорят, что это будет одна из самых холодных точек во Вселенной, не считая лабораторий, расположенных на Земле. Диаметр зеркала — 10 метров, диаметр всей конструкции — 20 метров.

— Расскажите о приборе, который вы разработали?

— Инструмента для того, чтобы определять тепловое расширение при температурах, близких к нулю, в России не было. Мы его и разработали — это dilatometer. Первый образец собрали в 2014 году. Макет запустили на оборудовании нашего института. Это исследовательское измерительное оборудование, работающее на Земле, которое позволяет выяснить параметры коэффициента теплового расширения в нужном диапазоне температур. В прошлом году мы поставили уже рабочий dilatometer в ИСС. У них есть криогенная камера, которая охлаждает материалы до низких температур, куда мы установили dilatometer и программное обеспечение. Ближайший проект, который планиру-

ется, — это dilatometer, рассчитанный не на пленочные материалы, а на объемные. В космосе часто используется полиимидная пленка для того, чтобы экранировать какое-то излучение, если ее покрыть, например, отражающим слоем. Соответственно, первый прибор создан для таких материалов. Объемные материалы — это сплавы или композитные материалы, углепластики.

— В чем уникальность dilatometer?

— Аналоги этого прибора в мире есть, но в РФ нет другого прибора, который может сделать то же самое. Мы искали калибровочные образцы, но ни один институт не дал нам нужного результата. Во ВНИИ метрологии им. Д. И. Менделеева, где занимаются вопросами, связанными с метрологией в России, есть приборы, которые могут проводить измерения при температурах выше -196 °С. Они нам дали контакты другого института, где подобная установка существовала в 1970-е годы, но она сейчас не работает, и запуск ее не предполагается.

В каком-то смысле наша работа — это изобретение велосипеда, которое пришлось сделать. Сам метод измерения известен давно и используется, но нам нужно было реализовать прибор, который будет работать в составе того оборудования, что есть в АО «ИСС». Это криоблок с уникальными параметрами. Под него мы и сделали прибор.

В рамках этого же проекта мы исследуем на сертифицированном оборудовании теплоемкость и теплопроводность материалов, коэффициенты излучения. Чтобы понимать, сколько будет приходиться на датчик фонового сигнала от зеркала, нужно провести соответствующие измерения.

— Такие задачи можно решить только на Земле, ведь когда мы запустим установку в космос, там уже ничего нельзя поменять?

— Конечно. Поэтому выполнять такую работу — это большая ответственность. Если мы ошибемся в расчетах на Земле, то в космосе уже ничего нельзя будет поправить. Dilatometer работает на Земле, здесь он измеряет материалы, из которых планируется делать российский космический телескоп «Миллиметрон», участвует в подборе материалов. Ответственность огромная, потому что «Миллиметрон» станет единственной в мире космической обсерваторией миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн в ближайшие 10–20 лет. Запуск телескопа запланирован на 2030 год вместе с космическим аппаратом «Спектр-М». «Миллиметрон» — это телескоп, а то, что сделали мы — это прибор, который используется для построения этого телескопа. «Миллиметрон» будет расположен в точке Лагранжа, на расстоянии около 1,5 миллионов километров от Земли и будет иметь очень низкую температуру. Поэтому нам важно понимать, как поведут себя материалы в таких условиях.



Дилатометр

# Жир и лед: как и зачем замораживают эмбрионы кошек?

Несколько лет назад сибирские исследователи начали успешно замораживать эмбрионы кошачьих, а также научились изучать фазовые переходы липидов и изменения в клеточном дыхании при низких температурах. Сегодня ученые Института автоматики и электрометрии СО РАН и ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» продолжают изучать процессы, протекающие при низкотемпературном охлаждении клеток и совершенствовать методы криоконсервации. Последние исследования расширяют знания о том, как меняется метаболизм замораживаемых эмбрионов, почему липиды приводят к гибели клеток при криоконсервации и от чего зависит оптимальный режим охлаждения. Результаты работ опубликованы в журнале *Biophysical Journal*.

Криоконсервация уже давно стала обычной биомедицинской практикой. Низкие температуры помогают сохранять ткани, сперматозоиды, яйцеклетки и даже состоящие из нескольких клеток ранние эмбрионы. Криоконсервировать человеческий биоматериал оказалось достаточно легко, но заморозка генетического материала млекопитающих, составляющих дику фауну, в том числе редких и исчезающих видов животных, практикуется гораздо реже, и успехи в этой области достаточно скромные. Отогретый после криоконсервации генетический материал может быть использован для восстановления популяций таких животных.

Клетки млекопитающих функционируют в очень узком температурном диапазоне. Несмотря на это, криогенные температуры сами по себе не приводят к повреждениям клеток, так как при этих температурах все процессы в клетках останавливаются. Повреждения, связанные с воздействием холода, в большинстве случаев — результат изменений, протекающих в ходе охлаждения и отогрева биологических объектов. В идеале хотелось бы заморозить все молекулы моментально, как бы остановив биологические часы, и затем в нужное время их включить. Следовательно, успешное сохранение и восстановление клеток во многом зависит от способности контролировать процессы охлаждения и разогрева. Одна из главных задач криоконсервации — поддержание оптимальных условий для переходов между физиологическими условиями и состоянием анабиоза.

Сегодня практикуются два подхода к криоконсервации. Способ программного замораживания путем медленного охлаждения, управляемого образования льда в безопасных для замораживаемых клеток местах криоконтейнера и постепенного обезвоживания минимизирует вероятность кристаллизации внутри клеток. Эта технология требует подбора конкретных протоколов, учитывающих специфичность клеток разных организмов. Основные трудности при охлаждении связаны с фазовыми переходами, которые способны коренным образом поменять клеточную среду. Например, если образец охлаждается слишком быстро, то вода не успеет

покинуть клетку и кристаллизуется, образовавшийся в результате этого лед может повредить ее структуру. Необратимые повреждения клеток, но уже по другим причинам, могут произойти при слишком медленном разогреве замороженного образца. Поэтому внимание исследователей зачастую сфокусировано на предотвращении различных криоповреждений, природа многих из них до сих пор недостаточно изучена. Программное замораживание может быть использовано для криоконсервации клеточных суспензий, например сперматозоидов, а также ооцитов и преимплантационных эмбрионов.

В настоящее время альтернативным методом криоконсервации одиночных клеток и эмбрионов является витрификация. Идея этого способа заключается в добавлении высоких концентраций криопротекторов и максимально быстром (в идеале моментальном) охлаждении до температур жидкого азота. Высокая кинетика охлаждения позволяет избежать образования льда и снизить вероятность некоторых других повреждений.

Однако не все виды млекопитающих сохраняются одинаково хорошо. Не составляет труда разморозить эмбрион мыши, тогда как процент выживаемости после криоконсервации эмбрионов свиньи, если не прибегать к специальным ухищрениям, оказывается очень низким или даже нулевым. Как выяснилось, на успешность процесса криоконсервации и разморозки влияет наличие липидных гранул. Когда в одном из исследований из клеток эмбриона свиньи механическим путем удалили липиды, выживаемость увеличилась почти до 40%. В то же время эти жирные кислоты необходимы для клеточного метаболизма, а делипидирование оказывает негативное влияние на дальнейшее развитие эмбриона. Возникает закономерный вопрос о том, что же всё-таки происходит в ходе охлаждения и отогрева с липидными гранулами такое, что приводит к гибели клеток?

«Криоконсервация зависит от множества физических эффектов, на чем и основано наше сотрудничество с ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН», — рассказал старший научный сотрудник лаборатории спектроскопии конденсиро-

ванных сред кандидат физико-математических наук **Константин Александрович Окотруб**. — Для физика здесь особенно интересны температуры фазовых переходов, изменения свойств образующих клетки материалов, в частности их упругие свойства и вязкость. Именно физические свойства лежат в основе изменений, происходящих с клетками при криоконсервации. Даже при витрификации, когда используются предельно высокие скорости охлаждения, молекулы успевают перемещаться, белки и липиды успевают менять конформационные состояния».

Ключевую роль в клетках при криоконсервации выполняют липиды — строительный материал клеточных мембран и энергетический ресурс для развития зародыша. В состав липидов входят жирные кислоты с углеводородными цепочками, обладающими одиночными и двойными связями. В зависимости от количества двойных связей их различают по степени ненасыщенности, которая, в свою очередь, определяет физические и биологические свойства липидов. Различают разные конформационные состояния углеводородных цепочек: упорядоченные, когда вся цепочка вытянута, и разупорядоченные. Изначально при физиологических условиях все липидные гранулы в клетке находятся во флюидном (или, другими словами, жидком) состоянии, а углеродные цепочки разупорядочены. При криоконсервации липиды претерпевают фазовый переход, при котором они переходят в упорядоченное конформационное состояние.

Сотрудникам сектора криоконсервации и репродуктивных технологий ФИЦ ИЦиГ СО РАН под руководством доктора биологических наук **Сергея Яковлевича Амтиславского** удалось показать, что на успешность криоконсервации влияет не только количество липидов, но и степень их насыщенности. Наглядным модельным объектом для таких исследований стали кошачьи эмбрионы, ведь они богаты липидами, которые очень чувствительны к охлаждению. Если посмотреть на них через свет, они будут темными, тогда как, например, эмбрионы крыс и мышей — светлые: липидных гранул в них очень мало.

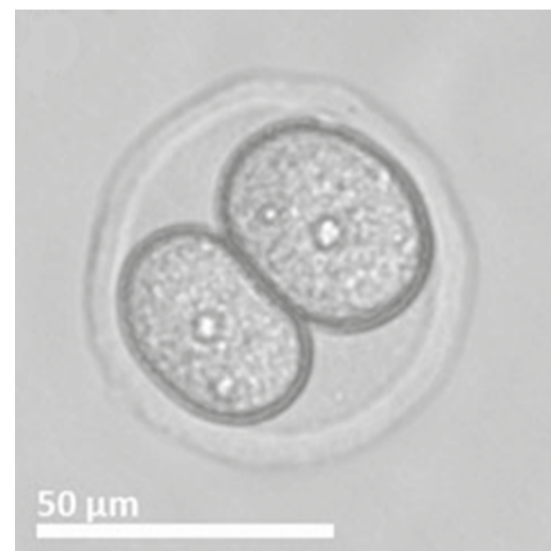
Чтобы изучить происходящие внутри замораживаемых клеток фазовые пере-



Жидкий азот

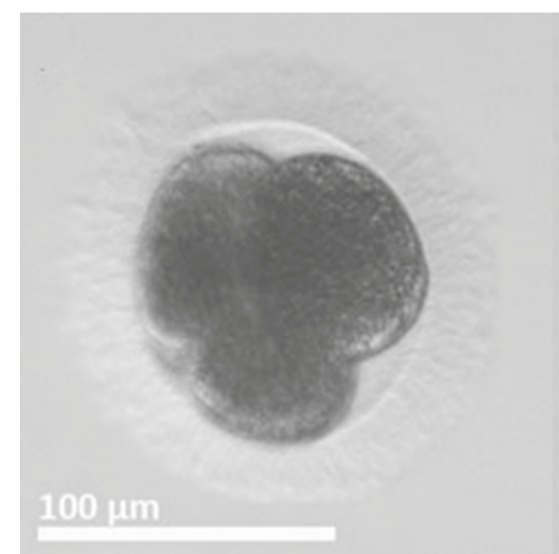


Лазеры на установке для кондиционного рассеяния света



Эмбрионы мыши

ды, ученые использовали спектроскопию комбинационного рассеяния света (КРС) меченных изотопами молекул, позволяющую изучать молекулярные колебания по рассеянию лазерного излучения. При замене водорода на дейтерий меняются частоты колебаний, что хорошо видно в спектрах КРС и позволяет независимо изучать состояние меченых и немеченых. С помощью соответствующих изотопных меток на молекулах можно фиксировать поглощение липидов и химические превращения. Исследователи научились вводить жирные кислоты и модифицировать их состав, примешивая различные липиды, чтобы отслеживать определенную фракцию. «Мы примешивали дейтерированные жирные кислоты разной степени насыщенности, что позволило изучать различные фракции, не добавляя флуоресцентные метки, которые повлияли бы



Эмбрионы кошки

по степени ненасыщенности. Насыщенные располагаются вблизи поверхности липидных гранул, а ненасыщенные оказываются внутри. Меняются свойства на поверхности липидных гранул, поэтому различные липиды переходят в упорядоченное состояние одновременно. Более того, как оказалось, не все липиды возвращаются в исходное состояние после разморозки. Часть насыщенных липидов может оставаться в упорядоченной замороженной фазе даже после отогрева до температур, превышающих физиологические. Мы полагаем, что наблюдаемое перераспределение липидов и их неполное восстановление в жидкую фазу становится одной из причин гибели при замораживании ооцитов и эмбрионов, богатых липидными гранулами».

Помимо изменений, происходящих непосредственно в процессе криоконсервации, комбинационное рассеяние света изотопических меток позволяет изучать влияние криоконсервации на клеточный метаболизм. Эта методика дает возможность увидеть, как меняются помеченные соединения при их попадании в клетку в процессе катаболизма и усвоения. В некоторых случаях это даже позволяет определить, на какие конкретные продукты распалось соединение. Чтобы изучить влияние криоконсервации на дальнейшее развитие эмбрионов, ученые отслеживали поглощение дейтериевой стеариновой кислоты эмбрионами мышей. Оказалось, как программное замораживание, так и витрификация приводят к увеличенному поглощению жирных кислот, что указывает на усиление липидного метаболизма в эмбрионах после криоконсервации по сравнению с эмбрионами, не подвергавшимися низкотемпературному охлаждению.

Подробное изучение процесса изменений клеток при криоконсервации поможет подобрать оптимальные режимы замораживания для эмбрионов разных видов. Ученые надеются, что в перспективе смогут сохранять и восстанавливать генетический материал всех видов млекопитающих для сохранения дикой природы. Ведь техника криоконсервации эмбрионов и гамет диких кошачьих принципиально такая же, как и у домашней кошки, что было показано в работе С. Я. Амстиславского, **Евгения Юрьевича Брусенцева** и других сотрудников сектора криоконсервации и репродуктивных технологий ФИЦ ИЦиГ СО РАН, когда отработанный на сперматозоидах домашнего кота протокол криоконсервации был успешно применен к дальневосточному лесному коту. Результаты работ опубликованы в журнале *Reproduction in Domestic*.

Чтобы в будущем иметь хорошую технологию сохранения генетических ресурсов диких представителей семейства кошачьих, а также, чтобы понять роль липидов при криоконсервации репродуктивных клеток, коллектив исследователей из двух институтов СО РАН, состоящий из физиков и биологов, проводит криогенные исследования на модельных объектах. Это, прежде всего, эмбрионы мыши, получаемые в виварии ФИЦ ИЦиГ СО РАН, и эмбрионы домашней кошки, получаемые с помощью ЭКО в секторе криоконсервации и репродуктивных технологий СО РАН из биоматериалов, которые обычно выбрасываются при стерилизации котят и кошек. Используется органический материал (яичники для получения ооцитов и эпидидимисы для получения сперматозоидов), поэтому, как подтвердили ученые, ни одна кошка и ни один котик в ходе исследований не пострадали.

**Глеб Сегада**  
Фото автора  
и предоставлены исследователем

## Вдохновленные природой

**В Институте физики прочности и материаловедения СО РАН успешно развивается научное направление, связанное с дизайном материалов, в том числе уникальной умной керамикой для космической отрасли. Эти материалы, обладающие свойствами живой материи и способные в течение многих циклов выдержать сверхвысокие температуры, применяются для увеличения мощности двигателей космических аппаратов и снижения их веса.**

Сибирские ученые смогли приручить один из самых капризных материалов, которому, на первый взгляд, совсем не место в космосе, ведь керамика очень хрупкая, не подвержена пластической деформации, то есть не способна восстановить свою форму после какого-то внешнего воздействия. Как поясняет заместитель директора ИФПМ СО РАН по научной работе, заведующая лабораторией физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля доктор технических наук **Светлана Петровна Буякова**, научный коллектив создает керамические материалы, способные к самозалечиванию эксплуатационных дефектов и трещин, и разрабатывает структурно-фазовые составы керамических материалов.

«Inspired by nature — вдохновленные природой, — так называются материалы, в которых воспроизводятся свойства биологических структур. Их разработка — одно из актуальных направлений современного материаловедения, — говорит младший научный сотрудник лаборатории кандидат физико-математических наук **Алесь Сергеевич Буяков**. — Так, одни материалы, подобно живой ткани, самовосстанавливаются (как, например, постепенно затягивающийся порез на коже), другие подобны прочным структурам, созданным природой, взять хотя бы панцирь черепахи, способный выдерживать огромные нагрузки и воздействия на него».

«В обычных условиях при ударе на керамике сразу образуется сетка трещин, поэтому было очень важно разработать керамические материалы, наделенные структурной адаптацией и способностью к самозалечиванию, — добавляет младший научный сотрудник лаборатории **Александр Геннадьевич Бурлаченко**. — Это достигается за счет распада внутренних ковалентных связей и образования новых».

В последние несколько лет во всем мире набирает обороты так называемый дизайн материалов. «Возможности создания новых материалов путем объединения разных компонентов практически себя исчерпали, поэтому следующим закономерным шагом стал интерес исследователей к возможностям изменения структуры», — поясняет Алесь Буяков. Ученые проанализировали наиболее распространенные композитные материалы, применяемые для тепловой защиты, и предложили эффективный способ оптимизации их структуры, который получил название «композит в композите».

Первым шагом стало получение керамических гранул, которые затем ввели в матрицу самого материала. За счет этого произошло увеличение плотности его межфазовых границ, что повысило ударную вязкость керамики без потери ее твердости и прочности. Материалы, созданные по принципу «композит в композите», как раз таки и можно сравнить с панцирем черепахи.

По мнению молодых ученых, для них важно видеть, что результаты их исследований востребованы в значимых для государства отраслях, помогают решать важные практические задачи, связанные с совершенствованием современных космических аппаратов.

Оба младших научных сотрудника работают в институте уже больше 10 лет, Алесь Буяков также преподает в Томском государственном и Томском политехническом университетах. Как отмечают ученые, в этих исследованиях активно принимают участие студенты томских вузов, заинтересованные в научной карьере.

Пресс-служба  
ТНЦ СО РАН



На фото слева направо молодые ученые ИФПМ СО РАН Алесь Буяков, Елена Дедова, Юрий Мировой, Василий Шмаков и Александр Бурлаченко

## Сибирские ученые исследуют свойства газовых гидратов

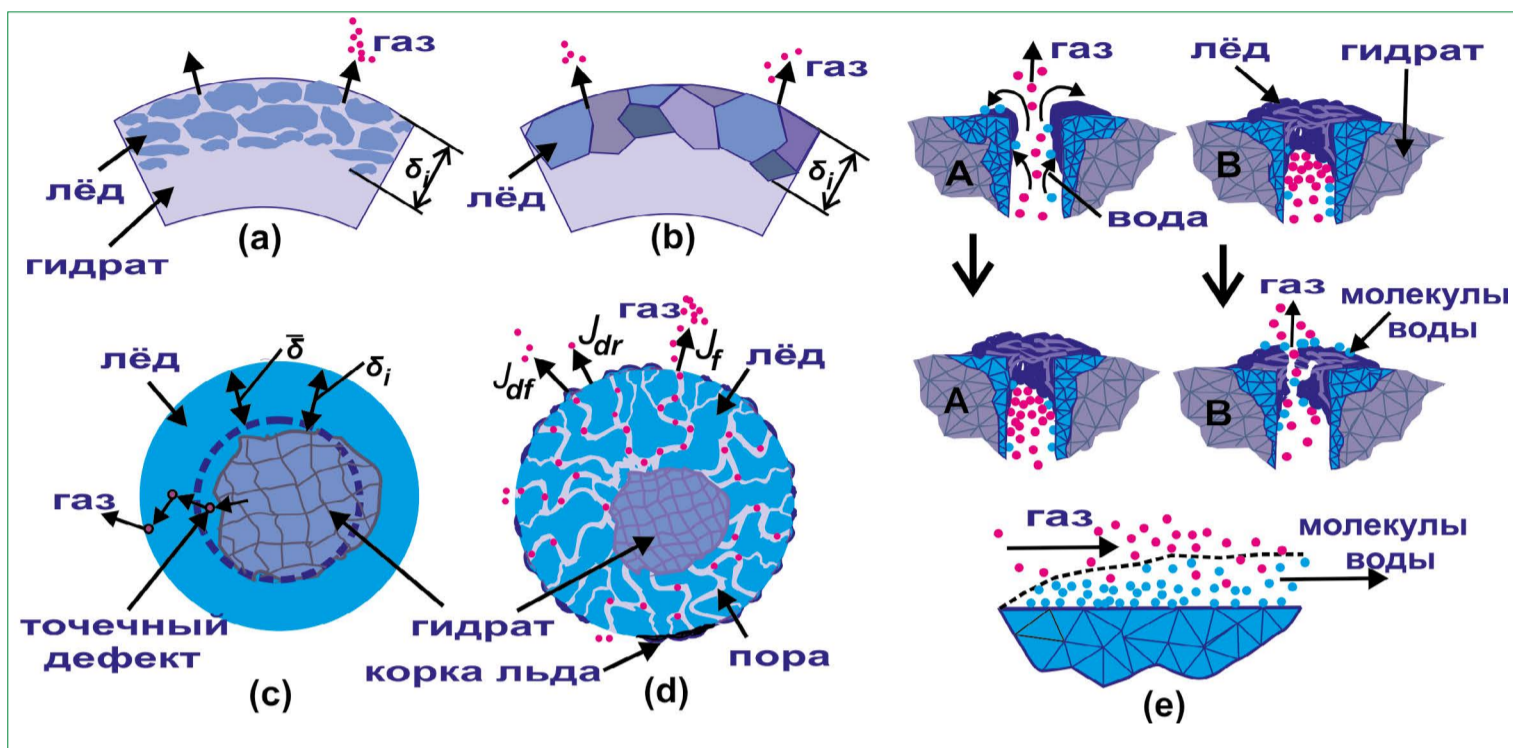
Разработки Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН нацелены на повышение эффективности хранения и транспортировки гидратов углекислого газа и метана. Использование последних в качестве альтернативных источников энергии способствует решению проблем экологии. Статья об исследовании была опубликована в *Journal of Natural Gas Science and Engineering*.

Глобальное потепление климата и экологические вызовы в последние десятилетия стали одними из наиболее острых и обсуждаемых проблем современного мира. Необходимость обеспечения безопасности окружающей среды вынуждает развитые страны быстрее переходить на более совершенные и чистые источники энергии. Выбор природного газа в качестве замены угля позволяет улучшить качество воздуха и значительно снизить выбросы углерода. Согласно прогнозам, уже к 2040 году спрос на него вырастет на 40 %, в результате чего на долю этого вещества будет приходиться четверть общего объема всех используемых ресурсов.

Как отмечает старший научный сотрудник лаборатории процессов переноса в многофазных системах ИТ СО РАН кандидат технических наук **Сергей Яковлевич Мисюра**, газовые гидраты метана являются крупнейшими резервуарами углеводородов. Эти льдоподобные твердые соединения состоят из элементарных ячеек, которые представляют собой внешний кристаллический каркас, образованный молекулами воды. Внутри него располагаются гостевые частицы метана. Известные месторождения гидратов природного газа широко распространены по всему миру и существуют в большем количестве, чем традиционные энергетические ресурсы. Чаще всего они встречаются на дне водоема, глубоко под землей и на территории вечной мерзлоты. Такая особенность связана тем, что для поддержания устойчивости вещества необходимо очень высокое давление. В условиях нормального атмосферного давления его стабильность может быть обеспечена только при температурах ниже  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , иначе происходит диссоциация (распад) с выделением газа и льда. Залежи газовых гидратов способны сохраняться на протяжении многих миллионов лет, поэтому о времени начала их образования можно только догадываться.

По словам Сергея Яковлевича, развитие технологий добычи газа сдерживается недостаточной изученностью механизмов диссоциации гидратов. Поэтому одной из задач сотрудников ИТ СО РАН было экспериментальное исследование этого процесса в широком диапазоне температур, в том числе в области самоконсервации, связанной с аномально низкими скоростями распада вещества при существенных отклонениях от равновесного состояния. Ученые установили, что при нормальном атмосферном давлении и температуре воздуха порядка  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  крупные куски газогидратной породы могут храниться в течение нескольких месяцев, практически не подвергаясь процессу диссоциации. «Совместно с Институтом систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН (Иркутск) мы создали модель, которая позволяет оценивать распад соединений, когда мы приближаемся к температуре плавления льда. Применение самоконсервации позволяет снизить затраты на хранение природных и искусственно синтезированных газовых гидратов, так как в этом случае отпадает необходимость в поддержании экстремально низких температур», — отмечает Сергей Мисюра.

Экспериментальные исследования ученых ИТ СО РАН будут полезны и при создании технологий транспортировки



Самоконсервация



Горение гидрата



газовых гидратов. Они доказывают, что наиболее эффективным с экономической точки зрения способом является создание крупных резервуаров, обеспечивающих поддержание температуры воздуха на уровне около  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

По словам Сергея Яковлевича, в случае использования традиционных источников энергии приходится тратить огромные средства на очистку от вредных примесей. Газогидраты же практически избавлены от последних: они не содержат окислов серы, а объем окислов азота минимален по сравнению с показателями угля. Исследователь рассказывает: «В настоящее время совместно с лабораторией доктора химических наук **Андрея Юрьевича Манакова** (Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН) отрабатывается технология сжигания гидратов горючих газов в виде прессованных таблеток и сфер большого диаметра».

Традиционные топлива применяются в энергетике, химических технологиях

и так далее. Отходы этих производств невозможно полностью отфильтровать, к тому же далеко не все предприятия добросовестно этим занимаются. В результате опасные вещества попадают в атмосферу. Избыточное выделение углекислого газа является причиной глобального потепления и проблем с парниковым эффектом, поэтому одно из направлений исследований сотрудников ИТ СО РАН связано с применением газогидратов для утилизации  $\text{CO}_2$ . Суть метода заключается в подаче углекислого газа в скважину вместо извлеченного метана. Осуществление этого процесса приводит к образованию газогидрата углекислого газа, который также способен в течение длительного времени находиться под большим давлением. Технология позволяет совмещать добычу источников энергии с ликвидацией вредных соединений.

В настоящее время исследования продолжаются. ИТ СО РАН активно сотрудничает с ведущими российскими

институтами и университетами. Помимо дальнейшей работы в области утилизации и самоконсервации газовых гидратов, ученые планируют определить особенности их горения, а также разработать способы тушения пожаров с применением гидратов углекислого газа. Сергей Яковлевич отмечает: «В России есть огромные запасы газогидратов, поэтому данное направление очень перспективно для нашей страны. По оценкам международных экспертов, расходы по добыче природного газа из газогидратных месторождений уже сегодня соизмеримы с затратами на традиционные методы». Рано или поздно запасы старых источников будут исчерпаны, что сделает использование альтернативного ресурса крайне актуальным.

**Дмитрий Медведев**, студент отделения журналистики ГИ ИГУ  
Фото и изображение предоставлены исследователем

## Ученые создали мировую карту температуры почв

Международный коллектив ученых сформировал глобальную карту температуры почв всех наземных биомов, используя данные нескольких тысяч датчиков, размещенных в шестидесяти странах. Среднегодовая разница между температурами почвы и воздуха достигает десяти градусов. В холодных биомов среднегодовая температура почвы выше, чем температура воздуха, в теплых — ниже. Полученные данные могут повлиять на моделирование климатических процессов и их последствий для экосистем и живых организмов. Результаты исследования опубликованы в журнале *Global Change Biology*.

Глобальные климатические прогнозы обычно опираются на данные о температуре воздуха. Такие измерения чаще всего проводят на стандартных метеорологических станциях, которые регистрируют температуру внутри хорошо проветриваемых защищенных устройств, размещенных на высоте до двух метров над землей в открытых, свободных от тени местах. Эти условия отличаются от ситуации на поверхности Земли, где происходят экологические, биофизические и биогеохимические процессы и обитает большинство наземных видов. Соответственно, на их основе не совсем корректно изучать реакцию биоразнообразия и экосистем на глобальные изменения.

Коллектив ученых из более чем сорока стран, в состав которого вошли четверо исследователей из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», разработал глобальную карту температуры почв по всем основным наземным биомам мира. Обнаружилось, что среднегодовая температура почвы может отличаться от соответствующей температуры воздуха на 10 °С. В связи с этим исследователи предлагают использовать для изучения биологических и экологических наземных процессов в изменяющемся климате температуры почвы, а не воздуха.

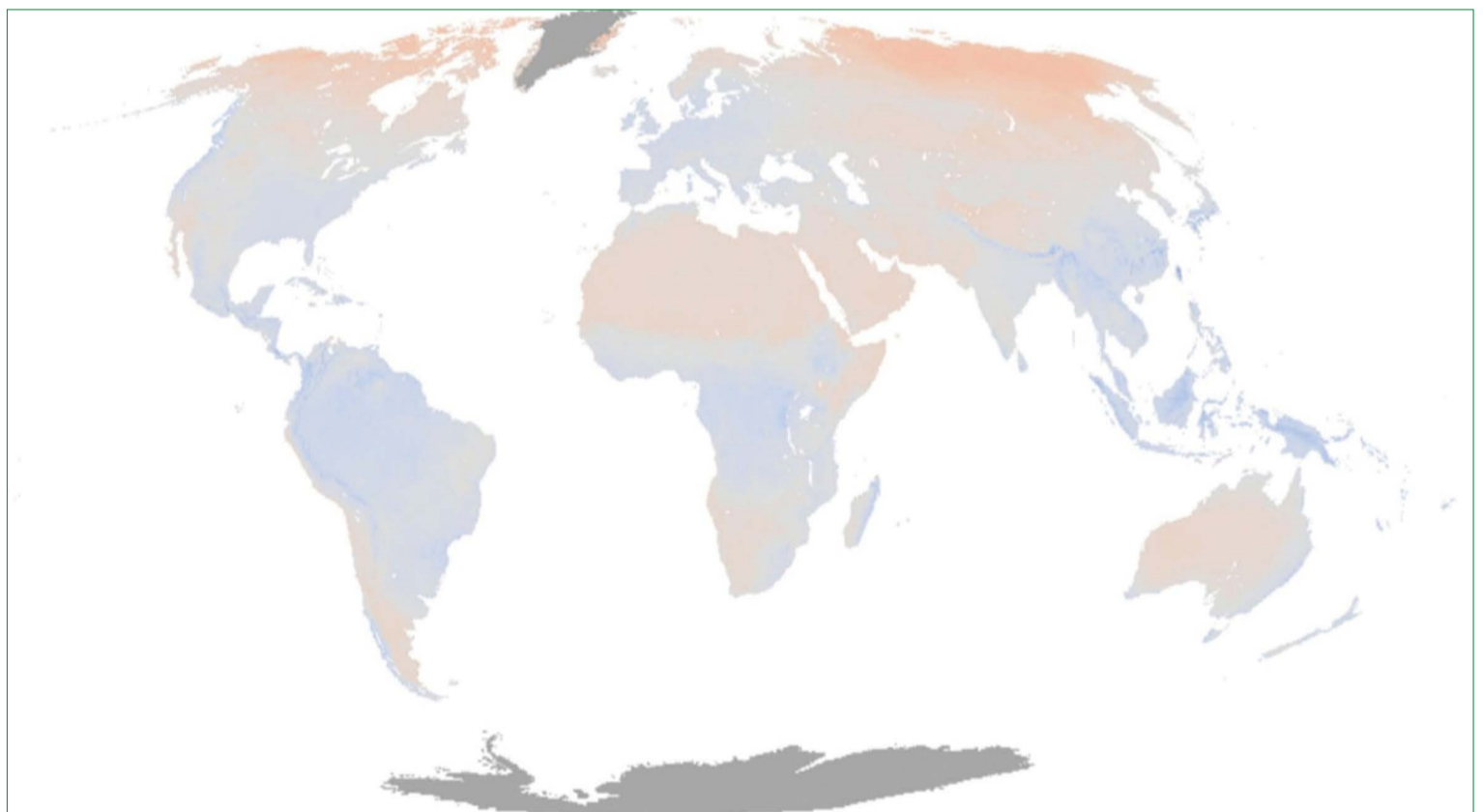
Ученые собрали многолетние круглогодичные измерения температуры почвы с более чем девяти тысяч датчиков из шестидесяти стран. В результате анализа обнаружили различия между среднегодовыми температурами верхнего слоя почвы и температурой воздуха. Характер этих сдвигов значительно различался как внутри биомов, так и между ними. Например, в холодных и сухих биомов, таких как тундра, бореальные леса, луга умеренного пояса и субтропические пустыни, среднегодовая температура верхнего слоя почвы была в среднем на четыре градуса выше, чем температура воздуха. В теплых и влажных биомов — в тропических саваннах, лесах умеренного пояса и влажных тропических лесах — температура почвы была в среднем на один градус ниже, чем температура воздуха.

В результате исследователи построили глобальную карту с демонстрацией различий между температурой воздуха и почвы. Красные значения указывают на то, что почвы теплее воздуха. Синие цвета — области, где модель предсказывает более низкую температуру почвы. Темно-серые области, например Гренландия и Антарктида, исключены из модели.

Опираясь на полученные данные, специалисты заключили, что с потеплением климата почвы не будут нагреваться с той же скоростью, что и воздух. Повышение его температуры на один градус может привести как к большему, так и к меньшему изменению температуры почвы, в зависимости от того, на каком участке макроклиматического градиента это происходит. Ученые предсказывают: почвы холодного биомов будут нагреваться медленнее, несмотря на сильное потепление окружающего их макроклимата. При этом прогнозируемое потепление в жарких и сухих биомов может усилиться в верхнем слое почв, поскольку они нагреваются сильнее, чем воздух, при более высоких температурах.



А. С. Прокушкин с коллегами



Смоделированные температурные смещения между температурой почвы и воздуха. Источник: *Glob Change Biol.* 2022; 28: 3110-3144

«Наблюдаемые существенные и специфические для биомов смещения подчеркивают, что прогнозируемое воздействие изменения климата на приповерхностное биоразнообразие и функционирование экосистем оценивается неточно, когда используется температура воздуха, а не почвы, особенно в холодных условиях», — рассказывает заведующий лабораторией Института леса им. В. Н. Сукачёва ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат биологических наук **Анатолий Станиславович Прокушкин**. — Экологические процессы теснее связаны с температурой почвы под пологом леса, а не с температурой хорошо вентилируемого воздуха в защищенном от прямого солнечного света боксе на территории метеостанции. Почвенная, а не воздушная температура лучше предсказывает такие функции экосистемы, как годичный прирост стволовой древесины деревьев, разложение органического вещества и другие аспекты глобального углеродного баланса. Использование температуры почвы

в корреляционном анализе или прогностических моделях может улучшить предсказание воздействия климата на физиологию и поведение организмов, а также на динамику популяций и сообществ и распространение видов. Адекватные данные о температуре почвы имеют решающее значение для широкого круга областей исследований, таких как экология, биогеография, биогеохимия, агрономия, почвоведение и динамика климатических систем».

Авторы исследования предоставили результаты своей работы для открытого использования учеными всего мира. Также они предлагают другим специалистам присоединиться к проекту и предоставить свои данные по микроклимату в базу данных SoilTemp, чтобы заполнить участки с недостающей информацией.

Эта работа — лишь первый этап исследований по оценке различий в температурах воздуха и почв в приложении этих данных для климатических моделей. «Основные выводы этой статьи базируются

на значительной разнице среднегодовых температур воздуха и почв. Если же рассмотреть температуры в течение года, по сезонам, то, например, для наших северных территорий проявляется определенный нюанс. Почвы теплее, чем воздух в зимний период, когда биологической активности почти нет, так как почва находится в мерзлом состоянии. Так, средняя температура воздуха января в Туре может быть -40 °С, а почвы -10 °С, разница целых 30 °С. В летний же период температура воздуха в июле — +18 °С, а почвы +5 °С. То есть летом мы видим обратную картину — почва существенно холоднее. А ведь именно летом протекают наиболее интенсивные биологические процессы. Так что в дальнейшем от среднегодовых оценок следует двигаться в сторону сезонных», — поясняет особенности этой сложной темы, на данном этапе не вошедшие в работу, Анатолий Прокушкин.

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), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ и в VIP-зале аэропорта «Толмачёво».

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

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

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

Подписано к печати: 12.04.2022 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 1400 экз.  
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
РСФСР от 19.12.1990 г., ISSN 2542-050X.  
Подписной индекс 53012  
в каталоге агентства «Урал-Пресс».

E-mail: [presse@sb-ras.ru](mailto:presse@sb-ras.ru),  
[media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru)  
Цена 13 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2022 г.

## ВАКАНСИЯ

Ищем журналиста  
в издание «Наука в Сибири»

**Требования к кандидату:**  
человек с высшим образованием, который хотел бы улучшать и развивать вместе с нами «Науку в Сибири», рассказывать о том, чем занимаются ученые. Вы должны быть любознательным и дотошным (в хорошем смысле). У вас должно быть или профильное образование по журналистике, или опыт работы в этой сфере.

**Необходимые навыки:**  
нужно уметь писать тексты на разные темы, связанные с наукой, примерно по два-четыре текста в неделю в зависимости от объема и сложности. Плюсом будет умение фотографировать.

**Условия:** полный рабочий день, белая зарплата, оплачиваемые отпускные и больничные. Зарплата средняя по рынку. Вопросы и резюме с портфолио присылайте на e-mail: [media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru).

По этой ссылке  
вы можете  
присоединиться  
к нашей группе  
во «ВКонтакте»

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

# «Ключ на старт!»

В новосибирском Академгородке прошел ракетный фестиваль, посвященный Дню космонавтики. Организатором этого уже ставшего традиционным мероприятия выступает Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН. Свои модели в этом году представили более 70 команд юных ракетостроителей.

«61 год назад наша страна отправила первого человека в космос, и весь мир узнал о простом русском парне Юрии Гагарине, — открыл ракетный парад заместитель директора по научной работе ИТПМ СО РАН кандидат физико-математических наук Евгений Александрович Бондарь. — За этим полетом стояла работа десятков тысяч ученых, конструкторов, инженеров. Наш институт имеет непосредственное отношение к отечественной космонавтике. Здесь, в частности, работал Николай Николаевич Желтухин — он был одним из разработчиков той самой ракеты, которая доставила в космос первый спутник, а затем отправила туда и Гагарина».

На экспериментальном космодроме полторалитровая пластиковая бутылка превращается в легкий и прочный летательный аппарат. Так же как и с настоящими ракетами, здесь действует реактивный принцип: компрессор дает давление на заливаемый в бутылку дигидрогена монооксид (топливом становится разноцветная вода), и, вырываясь, жидкость создает реактивную тягу, которая устремляет ракету вверх. «Когда ракеты летят вниз — страшно, но всё-таки прикольно!» — комментирует один из участников.

«Идея водяной ракеты довольно старая. Их делали еще в 1960-е, а позже перешли на пороховые, и водяные забылись, — рассказал один из инициаторов фестиваля, старший научный сотрудник ИТПМ СО РАН доктор технических наук Илья Дмитриевич Зверков. — Мы решили возродить эту идею: рассчитали оптимальное сопло для обыкновенной бутылки и необходимый объем топлива, сделали универсальные пусковые столы. Дети могут придумывать самые разные конструкции из подручных материалов».

Тигровая, триколорная, позолоченная, двухступенчатая с пластилиновым космонавтом внутри и даже модель, оснащенная парашютом, — креативный подход был отдельно отмечен жюри после запусков, наряду с ракетами, совершившими самый долгий, быстрый и опасный полет. А недалеко от космодрома Новосибирское высшее военное командное училище развернуло полевую кухню, где ребят угощали гречкой и чаем с конфетами.

Не обошлось и без настоящей практической науки. Юным конструкторам в деталях представили технологическую модель спутника «Норби», разработанного в Новосибирском государственном университете и запущенного на орбиту в 2020 году.

«Этот спутник собран на базе универсальной модульной платформы, созданной совместно с ОКБ «Пятое поколение», — объяснил старший научный сотрудник отдела аэрокосмических исследований НГУ кандидат физико-математических наук Василий Николаевич Горев. — Бесплатные запуски осуществляются по федеральной программе Роскосмоса «УниверСат», в которой участвуют несколько российских университетов. Первый аппарат, который называется CubeSat, отправили в космос полтора года назад, сейчас идет подготовка к запуску второго спутника».

