



Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 25 декабря 2023 года • № 51 (3412) • 12+



Поздравление

Дорогие друзья, коллеги!

Скоро мы простимся с уходящим годом и вступим в следующий. 2023-й запомнится временем вызовов и испытаний, рисков и прорывов, проблемных ситуаций и неоспоримых достижений. Для сибирских ученых, как и для исследователей всей России, слова «научно-технологический суверенитет» стали целевыми. Движение к подлинному суверенитету звучало главной темой «Технопрома-2023» и других форумов. При этом важно, чтобы актуальный термин не превратился в конъюнктурный мем, как это подчас происходило с «инновациями» и «нанотехнологиями», поэтому мы настаиваем на академически точной, выверенной формулировке технологического суверенитета.

В 2023 году исследования велись по широкому фронту. Несмотря на санкции и препоны, статьи наших ученых выходили в ведущих мировых журналах, проводились представительные международные конференции и симпозиумы. Сибирское отделение РАН продолжало осуществлять крупнейший (по географическому охвату) за последние полвека интеграционный проект: совместную с «Норникелем» Большую научную экс-

педицию по изучению биоразнообразия. СО РАН также выступило координатором ряда других комплексных исследований в интересах корпораций и компаний реального сектора экономики: «Газпромнефть», «Сибур», «Татнефть» и других. Для состоявшихся и потенциальных промышленных партнеров Сибирское отделение продолжило выпуск журнала «Наука и технологии Сибири». В целом 2023 год подтвердил наши компетенции как организатора технологически ориентированных научных работ. Пример последних предновогодних недель – передача в авиакомпанию S7 разработанной в Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН новейшей технологии восстановления лопаток авиатурбин для ремонта импортных лайнеров.

Развивалась научно-образовательная инфраструктура Сибири. Полным ходом возле наукограда Кольцово идет строительство установки класса мегасайнс – источника синхротронного излучения СКИФ, в настоящий момент самого современного в стране и по ряду параметров – в мире. В Прибайкалье сдан в экс-

плуатацию многоволновой радиогелиограф, один из объектов Национального гелиогеофизического комплекса РАН. Столь же четкими темпами строятся сразу первая и вторая очереди нового кампуса Новосибирского государственного университета, в Томске реализуется амбициозный проект кампуса «Большой Томский университет» с участием вузов города и научных институтов СО РАН. Вместе с этим План комплексного развития всего Сибирского отделения РАН и новосибирская программа «Академгородок 2.0», стартовавшие пять лет назад, требуют существенной актуализации и пересборки. Постановление Правительства РФ от 16 октября 2023 года обязывает нас разработать новую редакцию долговременной программы развития СО РАН. Эта задача в полный рост встает в наступающем году. В Новосибирском научном центре созрела и перезрела задача обретения Академгородком административной и бюджетной субъектности – решение проблемы также не следует откладывать.

Мы вступаем в год 300-летия Российской академии наук. Это влечет не

только череду торжественных событий, но и осмысление всего исторического опыта самоотверженного научного труда на благо государства, общества и всего человечества. Юбилей – важная предпосылка для укрепления позиций РАН в отечественном научно-образовательном ландшафте, усиления ее роли мозгового центра страны и ответственного координатора российской сферы исследований, источника стратегических планов всей научной отрасли России.

На рубеже времен сердечно желаем всем вам новых открытий, выдающихся результатов и их достойного признания! Мира и здоровья, благополучия и процветания, счастья и любви!

Веселых вам праздников и радостных каникул! С Новым годом, с Рождеством!

Председатель
Сибирского отделения РАН
академик В. Н. Пармон

Главный ученый секретарь
Сибирского отделения РАН
член-корреспондент РАН А. А. Тулупов

Сибирское отделение РАН выполнило государственное задание за 2023 год на 100 %

Об этом сообщил на последнем в году заседании Президиума СО РАН главный ученый секретарь Сибирского отделения член-корреспондент РАН **Андрей Александрович Тулупов**.

«Наш отчет будет подписан председателем СО РАН академиком **Валентином Николаевичем Пармоном** и направлен в РАН», — отметил А. Тулупов. В 2023 году работа СО РАН включает в себя три раздела государственного задания.

«Мы провели 19 российских научных конгрессов, конференций, симпозиумов, семинаров и других мероприятий. Геогра-

фия обширная — это города на территории Сибирского макрорегиона плюс одна конференция прошла в Махачкале. Кроме того, с участием СО РАН были организованы и события международного уровня по самым разным тематикам», — рассказал Андрей Тулупов.

В 2023 году многие сибирские ученые были удостоены наград, которые вручаются Сибирским отделением РАН. «Двое наших коллег из Республики Беларусь стали почетными докторами СО РАН», — добавил А. Тулупов.

Большое внимание СО РАН уделяет популяризации науки: с участием управ-

ления по пропаганде и популяризации научных достижений СО РАН прошли выездные научно-популярные лекции в школы Новосибирской области, организован крупный всероссийский форум по научным коммуникациям SciComm-2023, а также Новосибирск стал площадкой федеральной акции «Открытая лаборатория». «Выставочный центр СО РАН провел большую и активную работу. Кроме того, СО РАН участвует в глобальной выставке «Россия», которая проходит на ВДНХ в Москве», — отметил А. Тулупов.

В 2023 году вышло в свет 32 научных журнала и было издано 18 монографий.

Еще одним пунктом в государственном задании Сибирского отделения РАН является проведение экспертиз по разным направлениям науки, а также аналитические материалы, включая предложения в доклады Академии наук, президенту РФ и Правительству РФ.

Завершая свой доклад, Андрей Тулупов сообщил, что в январе отчет по выполнению государственного задания будет представлен на заседании Президиума РАН в Москве.



НОВОСТИ

Проект «КЛАССный ученый» снова посетил одну из школ города Искитима

В школе № 5 города Искитима второй раз в 2023 году прошли выездные лекции, организованные Сибирским отделением РАН в рамках проекта «КЛАССный ученый». Лекции прослушали более 50 учащихся 9-х, 10-х и 11-х классов.

Старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем Института нефтегазовой геологии и геофизики

им. А. А. Трофимука СО РАН доктор геолого-минералогических наук **Юрий Фёдорович Филиппов** рассказал ребятам о геологической истории Земли. В своем выступлении он затронул астрономию, строение нашей планеты и геологические элементы до биогенной эволюции. Также ученый продемонстрировал слушателям различные геологические образцы.

Доцент кафедры общего и русского языкознания Гуманитарного института

Новосибирского государственного университета кандидат филологических наук **Оксана Михайловна Исаченко** прочитала лекцию о гидрометафорах в современном русском языке. Из выступления школьники узнали, как метафоры воды описывают сферы жизни человека.

Сотрудник Института истории СО РАН доцент Новосибирского государственного университета, кандидат исторических наук **Алексей Константинович Кирил-**

лов показал картины художников-передвижников, посвященные эпохе **Ивана Грозного**, объяснил их смысл и раскрыл источники, вдохновлявшие авторов картин. Через произведения передвижников школьники познакомились с выдающейся эпохой отечественной истории — Россией пореформенной, начинавшейся с «оттепели» середины XIX века.



В НГУ отметили 20-летний юбилей медицинского образования

В рамках празднования юбилея в Новосибирском государственном университете прошла Межрегиональная научно-практическая конференция «Новосибирск — центр инноваций в медицине».

Открытие конференции началось с вручения почетных грамот НГУ и объявле-

ния благодарностей сотрудникам, участвующим в подготовке будущих врачей. С поздравлением от Министерства здравоохранения НСО выступила заместитель министра **Елена Анатольевна Аксенова**. От Сибирского отделения РАН поздравления прозвучали от его председателя академика **Валентина Николаевича Пармона** и главного ученого секретаря члена-коррес-

пондента РАН **Андрея Александровича Тулупова**. Теплые слова в адрес сотрудников Института медицины и психологии В. Зельмана НГУ высказали представители академической и отраслевой науки, высшего образования, деканатов подразделений НГУ и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Программа конференции включала пленарные

доклады и работу четырех подсекций: «Онкология», «Дерматоонкология», «Кардиология» и «Современная диагностика». Завершилось мероприятие круглым столом, на котором обсуждались вопросы медицинского образования, а также инновационной медицинской помощи.

Пресс-служба НГУ

Иркутские ученые запатентовали способ краткосрочного определения приближения сильного сейсмического события

Ученые Института земной коры СО РАН на основе предыдущих исследований предлагают для поиска предвестников землетрясений в качестве прогнозного параметра использовать низкочастотные микросейсмические колебания с применением спектрально-временного анализа регистрируемого прогнозного параметра.

Решение, предложенное иркутскими сейсмологами, может быть использовано для краткосрочного определения приближения сильного сейсмического события по результатам обработки непрерывных временных рядов. Эти данные ученые получают при мониторинге сейсмических шумов в зонах литосферы. Так, по повышению сигнала в спектральном окне от 0,01 до 1 Гц и по характеру его поляризации можно определить приближение сейсмического события и его положение.

Запатентованный способ решает задачу повышения достоверности краткосрочного определения приближения сильного сейсмического события с указанием места предстоящего сейсмического события.

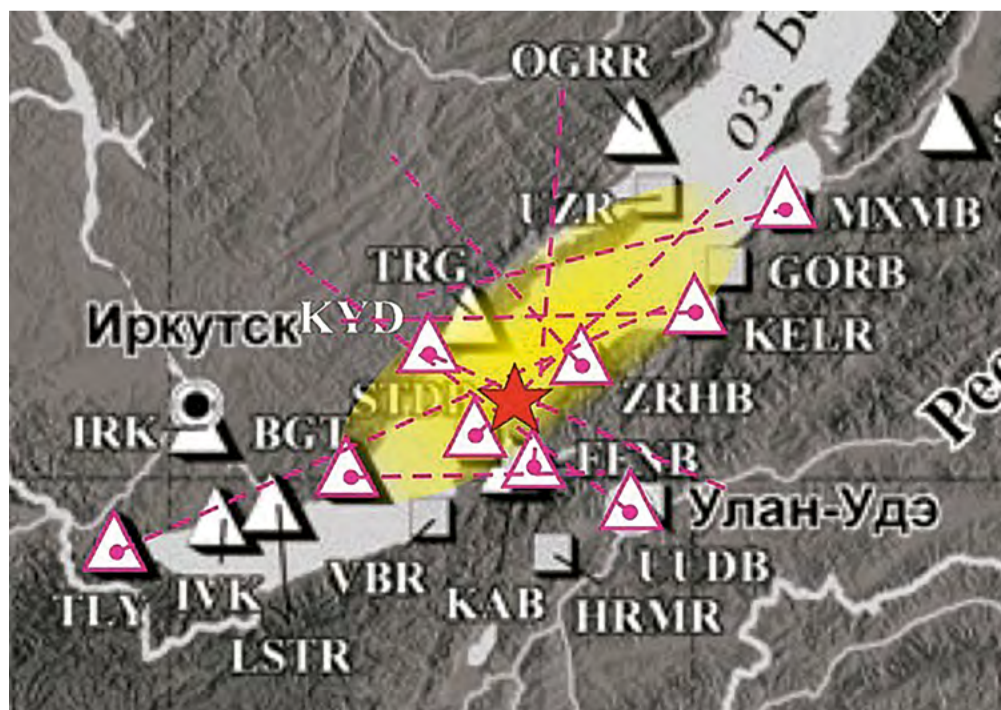
Регистрация характерных изменений прогнозного параметра происходит за период от нескольких суток до нескольких часов до землетрясения.

«Уникальность полученного результата в том, что алгоритм расчетов относительно прост и не требует больших временных затрат. По сути, метод осно-

ван на сравнении среднего и текущего спектров микросейсмических колебаний, что делает возможным его реализацию на базе уже существующей сейсмической сети Прибайкалья и Забайкалья и работу в режиме реального времени. Для получения более точных данных о месте и времени реализации сильных землетрясений планируется продолжать исследования и развивать сеть полигонов комплексного мониторинга опасных геологических процессов, а также проверить работу предложенной методики в регионах с другим геодинамическим режимом», — рассказала ученый секретарь ИЗК СО РАН кандидат физико-математических наук **Анна Александровна Добрынина**.

Исследования и регистрация патента проводились учеными ИЗК СО РАН в рамках выполнения государственного задания по крупному проекту Минобрнауки России «Фундаментальные основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки Байкальской природной территории».

Вера Велякина,
ИДСТУ СО РАН



Пример определения эпицентральной зоны Кударского землетрясения

Микробиологи определили, каким туберкулезом болели иркутяне в XVIII–XIX веках

Микробиологи Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека (Иркутск) совместно с археологами, антропологами и генетиками из Санкт-Петербурга и Москвы доказали, что иркутяне в XVIII–XIX вв. болели штаммами классического туберкулеза, вызванного *M. tuberculosis*, а не *M. bovis*, как предполагалось ранее. При этом вместо ожидавшегося пекинского генотипа *M. tuberculosis* были выявлены штаммы, относящиеся к Евро-Американской филогенетической линии. Результаты исследования опубликованы в журнале *Tuberculosis*.

Мультидисциплинарная работа по поиску и определению микобактерий туберкулеза в Сибири проводилась с 2010 года. Объектом изучения команды специалистов стали человеческие скелетные останки, обнаруженные в ходе проведения раскопок в 2007–2011 годах возле Спасской и Крестовоздвиженской церквей в Иркутске.

Инициатор исследования директор Института эпидемиологии и микробиологии НЦ ПЗСРЧ доктор медицинских наук Олег Борисович Огарков, узнав о том, что под Спасской церковью ведутся раскопки древнего погоста, обратился к руководителю изысканий, тогда археологу Иркутского государственного университета Наталье Евгеньевне Бердниковой (сейчас — научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН. —

Прим. ред.) с предложением заняться поиском костных останков, несущих следы поражения туберкулезом. Предложение коллег заинтересовало.

«В это время раскопки уже подходили к концу, собранные образцы подвергались учету и классификации. К тому же по удачному стечению обстоятельств этим материалом как раз занимались антропологи из Санкт-Петербурга. В итоге нам удалось собрать около 20 образцов костных останков со следами патологических процессов», — рассказывает Олег Огарков.

На первом этапе археологи проанализировали костный материал на наличие морфологических изменений, связанных с туберкулезом. На втором — ученые приступили к проведению молекулярных исследований. И там и там стояла непростая задача: необходимо было не допустить загрязнения образцов современной ДНК. Совместно с археологами и антропологами была разработана и реализована довольно сложная процедура очистки и стерилизации алмазных дисков, которыми отрезались наиболее интересные фрагменты костей. Другой сложностью стал поиск местной лаборатории, которая не занимается молекулярными исследованиями туберкулеза. Такой лабораторией, чистой от ДНК туберкулеза, оказалась лаборатория эпидемиологии антропонозных инфекций НЦ ПЗСРЧ (сейчас — лаборатория эпидемиологически и социально значимых инфекций. — Прим. ред.), которую

в то время возглавлял профессор, доктор медицинских наук Евгений Дмитриевич Савилов.

«Для достоверности результатов к исследованиям была привлечена команда молекулярных биологов из Санкт-Петербургского НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера Роспотребнадзора во главе с заведующим лабораторией молекулярной эпидемиологии и эволюционной генетики доктором биологических наук Игорем Владиславовичем Мокроусовым», — комментирует Олег Огарков.

Обе команды независимо друг от друга в разных лабораториях работали методом ПЦР для амплификации инсерционного элемента IS6110, специфического для микобактерий туберкулеза, и дополнительно проводили генотипирование образцов методом сполитипирования и ПЦР-РВ для выявления специфического маркера генотипа Beijing, доминирующего в России.

Основные задачи, которые ставили перед собой исследователи, касались, прежде всего, проверки двух концепций. Ученые хотели убедиться, что древние генотипы, которыми болели иркутяне, не являлись бычим туберкулезом, то есть были вызваны не *M. bovis*. Такого рода концепция рассматривалась, исходя из результатов молекулярной археологии, полученных для останков времен железного века в Южной Туве. Итоги исследований двух лабораторий оказались схожими: по крайней мере, четыре образца дали

положительный результат на присутствие ДНК *M. tuberculosis*. Самый ранний из этих образцов датирован 1730-ми годами.

Также предполагалось определить филогенетическую линию штаммов микобактерий туберкулеза того времени. Это позволило расширить знания об эволюции возбудителей туберкулеза в Сибири, в частности дополнить гипотезу старшего научного сотрудника лаборатории эпидемиологически и социально значимых инфекций НЦ ПЗСРЧ кандидата медицинских наук Вячеслава Владимировича Синькова о том, что туберкулез в СССР поменял свою структуру в 1920–1950-х годах благодаря заносу наиболее опасных генотипов из Китая — пекинского генотипа Beijing.

«Нам всем понадобилось больше десяти лет, в том числе для того, чтобы дождаться появления более совершенных методов молекулярной биологии, чтобы ответить на один из двух заданных вопросов. Тем не менее окончательно не прояснен вопрос, относились ли эти штаммы к Евро-Американской линии, как мы ожидаем, или относились к пекинскому семейству, как большинство современных штаммов. Он ждет своих исследователей и еще более современных молекулярных методов», — отмечает Олег Огарков, подчеркнув, что изучение эволюции такого значимого патогена человека, как туберкулез, продолжается.

Пресс-служба НЦ ПЗСРЧ

Виртуальное путешествие к древним людям высокогорья

Специалисты Института археологии и этнографии СО РАН продолжают публиковать виртуальные туры по ключевым памятникам каменного века Центральной и Северной Азии. Новое путешествие ведет в Истыкскую пещеру на Восточном Памире, где 13 тысяч лет назад уже обитали древние люди, а также в расположенный в соседней долине грот Шахты, один из самых высокогорных пунктов древнего наскального искусства в мире. Экспедиционные работы в пещере велись при поддержке Российского научного фонда.

Истыкская пещера расположена в Таджикистане на высоте 4060 метров над уровнем моря и представляет собой уни-

кальный объект для изучения раннего заселения древними людьми высокогорий. Пещера была впервые исследована во второй половине 1970-х — начале 1980-х годов под руководством археолога Валерия Александровича Жукова. С 2018 года ее изучение было возобновлено международной таджикско-российской экспедицией Института археологии и этнографии СО РАН и Института истории, археологии и этнографии Академии наук Республики Таджикистан (Душанбе). В сопоставлении с результатами исследований в соседних регионах археологи реконструируют пути миграции древнего населения в Средней Азии и на прилегающих территориях, а также ищут ответ на вопрос о времени заселения Памира человеком. Работы помогают установить

историю оледенения, которая также напрямую соотносится со временем появления человека в регионе. Постепенное таяние ледника освобождало большие территории, которые становились привлекательными для травоядных животных, а вслед за ними в регион приходил и древний человек. Благодаря обнаруженным при раскопках кострищам, ученые смогли также определить, какие виды топлива использовали люди в древности и как это зависело от изменений климата.

В одной из близлежащих к Истыкской пещере долин расположен грот Шахты, на стенах которого сохранились рисунки древнего человека. Здесь изображены животные и люди, замаскированные под птиц, композицию дополняют стрелы, летящие в зверей. Возможно, подобные изображе-

ния были связаны с охотничьей магией. Грот Шахты, расположенный в 4200 метрах над уровнем моря, — один из самых высокогорных пунктов наскальных рисунков в мире. Его также можно увидеть в туре.

Проект стартовал весной 2023 года при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования РФ для популяризаторов науки, одной из мер поддержки федерального проекта «Популяризация науки и технологий», и вызвал интерес общественности. Археологи совместно со специалистами по созданию виртуальных туров планируют продолжать пополнять общедоступный виртуальный атлас памятников каменного века Центральной и Северной Азии.

Пресс-служба ИАЭТ СО РАН

Сибирские ученые разработали антибактериальный гель для заживления ран

Научные сотрудники НИИ клинической и экспериментальной лимфологии — филиала ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» разработали прототип лекарственного средства на основе антибактериального пептидомиметика и инертного полимерного геля для лечения инфекционных поражений кожи и подкожной клетчатки. Средство эффективно уничтожает болезнетворные бактерии и способствует более быстрому заживлению ран.

От 0,3 до 1,6 % пожилых людей в России страдают от незаживающих поражений кожи — трофических язв. Число пациентов неуклонно растет, и не только в этой возрастной группе: проблемы, связанные

с появлением трофических язв, имеют 19 % больных сахарным диабетом. Лечение часто осложняется проблемой устойчивости болезнетворных бактерий, попадающих в рану, к антибактериальной терапии. В 2020 году Всемирная организация здравоохранения назвала проблему антибиотикорезистентности одной из десяти глобальных угроз здоровью населения планеты. Таким образом, назрела необходимость создания нового безопасного антибактериального и противогрибкового средства, которое будет эффективно уничтожать возбудителя, способствуя заживлению ран.

«Мы ввели в состав геля синтетический антимикробный пептидомиметик КАМП-1. Это антибактериальный ком-

понент, к которому сложно развивается устойчивость микроорганизмов. Принцип действия антибактериального пептидомиметика состоит в том, что он налипает на мембрану бактерии, что приводит к ее гибели. Препарат эффективен в отношении различных возбудителей инфекций, включая грибки рода *Candida*», — пояснил руководитель отдела экспериментальной фармакологии НИИКЭЛ доктор медицинских наук Павел Геннадьевич Мадонов.

Исследования показали: гель с пептидомиметиком обеспечивает антибактериальную санацию на поверхности раны и в прилегающих слоях дермы без значимого всасывания в системный кровоток. Таким образом, препарат не проявляет высокой токсичности.

Гель с антимикробным пептидомиметиком может быть востребован в области хирургии и при лечении инфекционных поражений кожи. Разрабатываемый препарат будет эффективен для пациентов с трофическими язвами, длительно незаживающими ранами, а также с огнестрельными и осколочными ранами.

В настоящее время проверена антимикробная активность пептидомиметика КАМП-1. В ближайшие годы планируется начать сначала доклинические испытания на животных, а затем — клинические исследования. Вывод нового препарата в производство, по предварительным прогнозам, возможен в 2030 году.

Пресс-служба ФИЦ ИЦИГ СО РАН

Сибирские ученые в СМИ: 2023 год

В конце года принято подводить итоги и составлять рейтинги. «Наука в Сибири» традиционно представляет список самых ярких открытий, технологий и разработок сибирских ученых, естественно, далеко не полный и не претендующий на абсолютную объективность.

Январь



19 сентября 2021 года началось мощное разрушительное и длительное извержение вулкана на канарском острове Ла-Пальма. К счастью, обошлось без человеческих жертв, поскольку это стихийное бедствие было ожидаемым: еще с 2017 года сейсмологи и вулканологи регистрировали возрастающую активность вулкана. Сейсмические сети, работавшие в месте извержения, зафиксировали 11 349 событий. На основе этих данных ученые методом сейсмической томографии получили очень качественное изображение геологических процессов, протекавших во время извержения. Разрешение модели настолько высокое, что хорошо видно зону проникновения через земную кору магматического вещества: трещину, канал внутри прочного корового вещества, по которому пробивалась магма, и сопровождавшую этот процесс сейсмичность. Результаты исследования, опубликованные в *Scientific Reports*, позволили специалистам лучше понять природу активности вулкана и возможные будущие вулканические сценарии на Ла-Пальме. С помощью томографических изображений ученые выяснили, что преемственная, перед извержением вулкана, стадия может протекать быстрее, чем ожидалось, — в 2021 году она длилась около семи дней. Кроме того, наблюдалась быстрая миграция гипоцентров землетрясений, центральных точек очага землетрясения, в которых начинается подвижка пород, за несколько часов до извержения. Таким образом, специалисты сделали вывод: процесс принятия решений во время вулканической катастрофы не должен опираться на более или менее постоянные тенденции — внезапные изменения могут произойти в любое время.

Февраль



Якутские ученые создали и теоретически обосновали индекс устойчивости арктических зимних дорог. Используя данные

многолетних наблюдений, методы статистики и математического моделирования климата, исследователи выявили наиболее уязвимые зимники, которым больше всего угрожают тренды потепления. Статья об этом опубликована в журнале *Climate Services*. Средняя плотность населения в Республике Саха (Якутия) — один человек на три квадратных километра, и связать эту огромную территорию транспортными нитями достаточно проблематично. Есть большие и малые реки, авиация, федеральные трассы, железные дороги, однако имеются и поселения (в основном там живут коренные малочисленные народы Севера), куда наиболее оперативно и удобно можно добраться только по зимнику. Чтобы выяснить, грозит ли этим зимним дорогам в ближайшее время деградация из-за потепления климата, ученые взяли точечные данные и сделали статистический анализ: может быть, никакого потепления вообще нет? Оказалось, что климат поменялся, и по самым репрезентативным метеостанциям специалисты это доказали. Чтобы с относительной точностью пересчитать данные метеостанций на большие территории, исследователи использовали метод реанализа — математической модели, которая позволяет это сделать. Посчитав индексы для выбранных шести зимников в шести районах, ученые выяснили: на данный момент, несмотря на тренды к потеплению, ситуация достаточно стабильная и нынешний климат позволяет дорогам быть довольно устойчивыми.

Март



Сибирские археологи в составе международной научной группы провели исследование стоянки Туткаул в Таджикистане, благодаря которому генетикам удалось проанализировать ДНК индивидуума эпохи неолита. В верхнем слое памятника изначально обнаружили остатки средневекового городища Темлят, затем определились границы нескольких культурных горизонтов, среди которых исследователи выделили ранний и поздний мезолит, а также неолитическую культуру, и нашли несколько погребений. Изначально высказывались предположения, что Центральная Азия находится на стыке миров, и в этом регионе происходит смешение европейских и азиатских общностей, это прослеживается еще с нижнего палеолита. Полученные учеными генетические данные показали, что в действительности так и есть. Так, останки индивидуума из погребения в Туткауле содержат части геномов древних людей с Ближнего Востока

и из Восточной Сибири. Это свидетельствует о том, что Центрально-Азиатский регион стал местом слияния совершенно разных археологических культур. Новые данные позволили лучше понять и то, как мигрировали люди в Европе. Например, граветтская популяция, проживавшая на территории Центральной и Южной Европы, генетически не связана с более поздней эпиграветтской культурой после ледникового максимума. Предполагается, что люди мигрировали с территории Балкан сначала в Северную Италию, затем распространились до Сицилии. Затем их потомки расселились по оставшейся территории Италии, заменив собой предыдущие популяции. Статья об этом опубликована в журнале *Nature*.

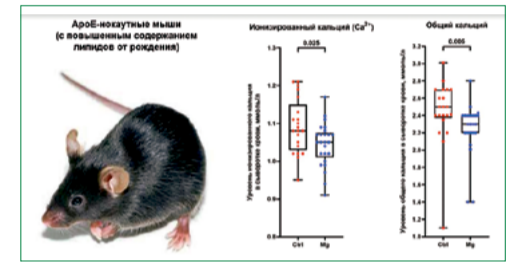
Апрель



Международный коллектив исследователей сделал хромосомную сборку генома байкальской нерпы и выдвинул гипотезу о существовании большой популяции этого вида до того, как он был изолирован в озере Байкал. Статья об этом опубликована в *Genes*. Байкальская нерпа — один из немногих сохранившихся исключительно пресноводных видов ластоногих. До сих пор не решен вопрос, как и когда она попала в Байкал, находящийся более чем в трех тысячах километров от Северного Ледовитого океана. На данный момент исследователи уверены только в арктическом происхождении байкальской нерпы. Об этом говорят ее арктические адаптации: строительство логовиц для потомства на льду, белый мех новорожденных щенков, обеспечивающий маскировку, поддержание воздушных отверстий во льду, способность проводить много времени под водой, а когда нет возможности вовремя добраться до воздушного отверстия — инстинкт дышать карманами выдыхаемого воздуха, которые скапливаются подо льдом. Чтобы изучить демографическую историю и генетическое разнообразие этого вида, ученые сделали первую хромосомную сборку генома байкальской нерпы. Проанализировав генетические данные, ученые выдвинули гипотезу о том, что когда-то существовала многочисленная, по сравнению с нынешней, предковая популяция байкальской нерпы. По предварительным оценкам, два ближайших родственных вида, байкальская и кольчатая нерпы, разошлись примерно

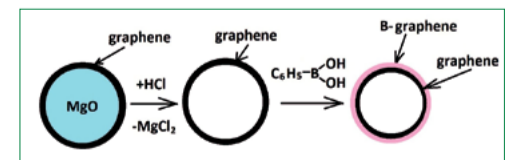
1,15–1,7 миллиона лет назад. Однако проверить эту гипотезу удастся только после полногеномного секвенирования кольчатой нерпы и каспийского тюленя.

Май



Специалисты Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (Кемерово) предположили, что прием цитрата магния и строительных аминокислот для биосинтеза альбумина может восстановить минеральный баланс крови и предотвратить развитие атеросклероза и его клинических проявлений — инфаркта миокарда и ишемического инсульта. Статья на эту тему опубликована в журнале *International Journal of Molecular Sciences*. В настоящее время для поддержания нормального функционирования системы кровообращения после развития ишемической болезни сердца применяется пожизненная терапия с использованием антиагрегантов (для разжижения крови), бета-блокаторов (для подавления эффектов адреналина и норадреналина на сердце), ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента и статинов. Несмотря на положительное влияние указанных препаратов, доля смертности от сердечно-сосудистых заболеваний всё еще остается на довольно высоком уровне. Сотрудники НИИ КПССЗ выполнили ряд экспериментов в режиме *ex vivo*, добавляя в сыворотку крови пациентов, страдающих атеросклеротическим поражением артерий, растворы кальция и фосфора в избыточной концентрации. Кроме того, к ней добавляли химические вещества, которые потенциально могли быть использованы для коррекции нарушений минерального обмена: наилучшие результаты пока удалось достичь с цитратом магния. Ученые рассчитывают, что он в соединении с протеиногенными аминокислотами поможет нормализовать минеральный баланс крови и снизить уровень липидного и кальциевого поражения аорт и клапанов сердца.

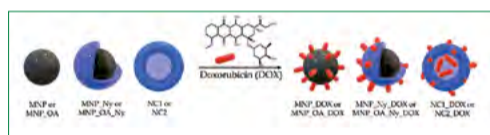
Июнь



Ученые ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» разработали новый метод синтеза графена. Статья об исследовании опубликована в международном журнале *Materials*. Графен — один из слоев графита толщиной в атом. Он представляет собой двумерный кристалл, состоя-

ций из гексагонально связанных атомов углерода. Известны разные способы его получения. Ученые ИК использовали темплатный метод. В качестве темплата был взят оксид магния. Его зауглероживали бутадиеном-1,3 при температуре 600 °С, после чего частицы темплата покрылись тонкой углеродной пленкой. Затем с помощью обработки в соляной кислоте ученые удалили оксид магния, а оставшийся графеновый лист легировали фенилборной кислотой. У этого метода есть преимущества по сравнению с другими способами. Он легко масштабируется, а продукт реакции не содержит нежелательных примесей, например кислорода. Углеродным наноматериалом, допированным бором, можно заменить платину в топливных элементах. Топливный элемент состоит из проводящей мембраны, которую размещают в центре двух камер. Через одну пропускают водород, через другую — кислород. С каждой стороны наносится платина, катализатор реакции. Когда водород отдает электрон, получается протон (катион). Он мигрирует через мембрану и взаимодействует с кислородом. Так работает топливный элемент — экологически чистый источник энергии.

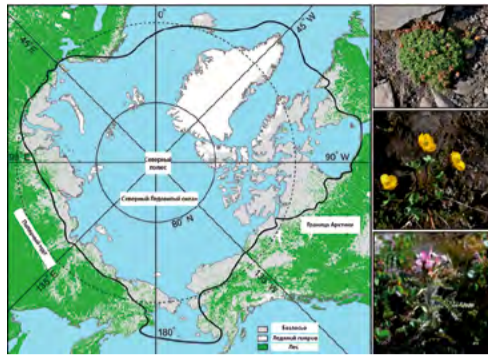
Июль



Сотрудники Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН совместно с коллегами создали нейлоновые нанокapsулы для доставки лекарств к опухолям. Результаты исследования опубликованы в *Magnetochemistry*. Магнитные наночастицы считаются перспективным направлением для лечения глиом. У них есть два важных преимущества: они управляются внешним магнитным полем и под воздействием переменного магнитного поля разогреваются и вызывают локальный перегрев, с помощью которого можно добиться гибели опухоли. Однако есть и недостатки: сами по себе они нестабильны и достаточно быстро теряют часть магнитных свойств и приобретают токсичность плюс в водной среде способны сильно агрегировать, то есть слипаться между собой. Сибирские ученые выяснили: если на наночастицу нанести капроновое покрытие, то, во-первых, можно стабилизировать поверхность, во-вторых, нейлон-6 формирует трехмерную пористую матрицу. За счет того, что в этом полимере есть несколько хорошо реакционноспособных функциональных групп, к нему можно что-то химически присоединить. Полученные учеными скопления наночастиц, покрытых нейлоном, имеют размер до 200 нанометров. Было показано, что в течение полугода такие агрегаты абсолютно стабильны: у них не меняются размер, поверхностный потенциал и другие физические характеристики. Ученые рассчитывают, что их разработка будет использована в том числе для лечения глиом — агрессивных опухолей мозга. Исследователи планируют подобрать вещества-агенты для таргетной доставки нанокapsул и прикрепить их к нейлоновой оболочке.

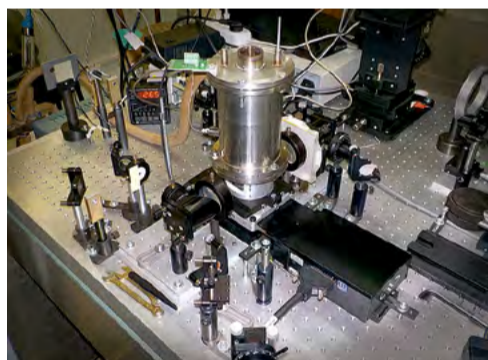
Август

Исследователи из Центрального сибирского ботанического сада СО РАН совместно с коллегами выяснили, что развитие арктической флоры 11 миллионов лет назад началось из-за изменений ландшафта, климата и колебаний уровня моря, а растительность в Арктике могла появиться



намного раньше, чем считали. Исследование опубликовано в журнале *Nature*. Ученые определили нуклеотидную последовательность ядерной и хлоропластной ДНК листьев растений, на основе чего построили филогенетические деревья для 32 групп покрытосеменных растений, включающих 3 626 видов. По результатам исследования, предки некоторых арктических видов появились в среднем или позднем миоцене (около 10 миллионов лет назад). Примерно в это время началась миграция растений из Средиземноморья и западной части Северной Америки. Развитие местных видов продолжилось уже позже, около 9 миллионов лет назад. Ранее считалось, что арктическая тундра сформировалась в конце неогена или в самом раннем плейстоцене (около 3–2 млн лет назад). Кроме того, оказалось, что количество видов растений, мигрировавших из Северной Америки, значительно больше местных, которые эволюционировали в пределах Арктики. В начале позднего миоцена (11 млн лет назад) в Гренландии и на окраинах Евразии была высокая тектоническая активность, плюс снизилась среднегодовая температура, а уровень моря заметно упал. Эти изменения могли спровоцировать начало развития арктической флоры. Дальше ученые планируют анализировать взаимосвязь флоры Арктики и Гималаев.

Сентябрь



Ученые из Института автоматики и электрометрии СО РАН тестируют методику выявления глиальной опухоли головного мозга с помощью терагерцовой спектроскопии жидкостей организма. Такой способ диагностики позволяет обнаружить онкологические заболевания еще до появления первых симптомов. Статья об этом опубликована в журнале *Applied Sciences*. Сегодня основным способом выявления опухолей головного мозга считается магнитно-резонансная томография, однако процедура требует наличия дорогостоящего оборудования, и в некоторых случаях к такому обследованию обращаются на поздних стадиях болезни. Также при развитии глиомы пул ее биомаркеров, среди которых различные белки, циркулирующие раковые клетки, экзосомы и другие, попадает в кровь и другие жидкости организма, изменяя их биохимический состав. Для анализа этих биомаркеров используют методы молекулярной биологии и метаболомики, включающей хромато-масс-спектрометрию и спектроскопию ядерного магнитного резонанса. По словам ученых, эти процедуры представляют собой сложные высокотехнологичные процессы. Сотрудники ИАиЭ СО РАН предложили новый

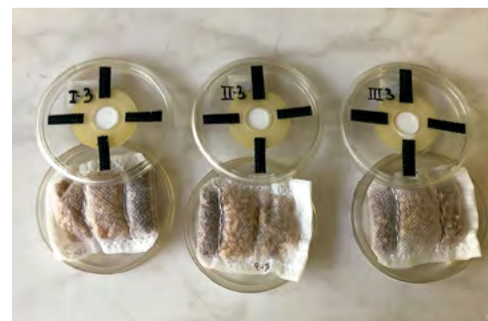
способ диагностики глиомных опухолей, позволяющий без комплексной обработки крови сразу исследовать ее на наличие онкологических биомаркеров. Метод сибирских ученых заключается в анализе спектров терагерцового диапазона частот и технологии машинного обучения или искусственного интеллекта. Способ диагностики новосибирских исследователей считается малоинвазивным и позволяет намного раньше выявлять болезнь.

Октябрь



Исследователи из Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН совместно с коллегами из Италии и Чехии на месторождении Малетойваям обнаружили новый минерал золота — ауроселенид. До этого там же были найдены минералы малетойваямит, гачингит и толстыхит. Все они представляют соединения золота с халькогенами: селеном, теллуром и серой. Малетойваям — это месторождение на Камчатке с большим содержанием золота. Оно эпитермальное (близповерхностное), то есть руды находятся на глубине в километр от поверхности. Обычно на золоторудных месторождениях преобладают соединения золота и серебра, а в этом золоторудном концентрате оказались соединения, содержащие золото, теллур, селен и серу. Исследователи изучали минералы с помощью сканирующего электронного микроскопа (СКАН), он может выявлять очень тонкие фазы и их состав. Ученые убедились, что в международной минералогической базе такие минералы отсутствовали, затем вырастили их синтетический аналог с таким же составом — это необходимо для утверждения нового минерала, изучили все свойства и подали в международную комиссию по новым минералам. Там в течение года заявка рассматривалась, и в итоге появился первый минерал, названный в честь месторождения, — малетойваямит. В 2022 году был утвержден аналог малетойваямита, еще один новый минерал — толстыхит, его назвали в честь Надежды Дмитриевны Толстых: если в составе больше селена — это малетойваямит, если серы — толстыхит. В ходе дальнейших исследований были обнаружены еще два новых минерала: гачингит и совсем недавно — ауроселенид.

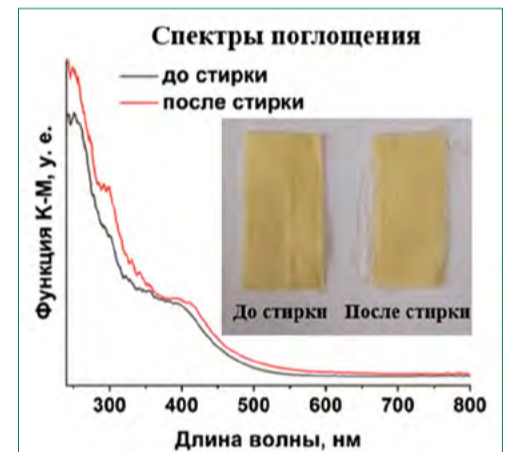
Ноябрь



Ученые отправили семена нескольких видов культурных растений в космос, на внешнюю часть МКС, чтобы проверить, смогут ли семена с сильной пигментацией, более защищенные от вредного воздействия извне, сохранить большую жизне-

способность в космической среде. Исследованиями занимаются ученые Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН (СФНЦА РАН) совместно с коллегами. Когда эксперимент «Биориск» только начинался, никто не мог вырастить в космосе растения. Оказалось, что на станции какой-то из маневровых двигателей работал на ацетилене: стерилизующий растения газ вбрасывался в модуль, поэтому они не росли. Тогда их поместили в закрытые емкости и смогли получить несколько поколений гороха, пшеницы и так далее. В эксперименте проверяется способность растений пережить длительное пребывание в космосе, ведь, возможно, в недалеком будущем придется выращивать растения на других планетах. Еще одна задача эксперимента — научиться долго хранить зерно, понять, за счет чего происходит его увядание. В дальнейшем ученые стали изучать семена, покоящиеся стадии низших животных, ракообразных и комара (покоящуюся стадию личинки). В условиях космоса на биологический объект воздействует множество факторов: облучение различными частицами, невесомость, вакуум, и специалисты заинтересовались, как семена отреагируют на всё это. Недавно семена вернулись на Землю, и в ближайшее время ученые начнут их изучать.

Декабрь



Исследователи из Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН создали хлопчатобумажные ткани для защиты поверхностей от патогенных микроорганизмов. Они могут самостоятельно стерилизоваться. Статья об этом опубликована в *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Ученые взяли ткань и химически модифицировали ее фотоактивным компонентом. В его состав входили кластерные комплексы: несколько атомов молибдена, окруженные лигандами. Правильно подобранный лиганд настолько прочно связывается с тканью, что, даже если постирать ее в стиральной машине, активный компонент не вымывается, стерилизующие свойства сохраняются. Соединения, которые под действием светового облучения генерируют активные формы кислорода, называются фотосенсибилизаторы. Обычно у них довольно узкий рабочий диапазон длины волны. Свет должен быть какой-то конкретный, например только красный. У исследователей получилось охватить очень широкий диапазон света: от ультрафиолетового до зеленого, начала красного. Кластерный комплекс, который использовали специалисты ИНХ СО РАН, имеет несколько преимуществ. У него очень широкий спектр поглощения, в отличие от классических, например органических, фотосенсибилизаторов. Кроме того, молибден, в отличие от органических фотосенсибилизаторов, очень устойчив к фотовыгоранию.

АКТУАЛЬНО

Российские ученые предлагают изменить правила использования водного регулирования Иркутской ГЭС

Российские ученые завершили трехлетнюю научно-исследовательскую работу под названием «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС». Среди выводов и предложений — новые показатели для правил использования водных ресурсов при регулировании Иркутской ГЭС с учетом прогнозов водности озера Байкал, оценки возможных ущербов при маловодных и многоводных периодах, а также предложения по минимизации рисков и потенциальных ущербов при колебаниях уровней Иркутского водохранилища и озера Байкал.

Работа выполнялась в рамках государственного задания в три этапа с 2021 года с участием академических институтов и университетов, находящихся под научно-методическим руководством СО РАН, и университетов Министерства науки и высшего образования РФ, Федерального агентства водных ресурсов и Федерального агентства по рыболовству. Итоговое представление результатов работы состоялось на заседании научно-технического совета Минобрнауки России. Доклад о научно-исследовательской работе представил директор Иркутского филиала Сибирского отделения РАН и Института динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН (Иркутск) академик Игорь Вячеславович Бычков.

«Впервые научная работа была выполнена именно с таким комплексным подходом. До этого Институт водных проблем РАН вместе с Байкальским институтом природопользования СО РАН (Улан-Удэ) и Институтом систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН (Иркутск) проводили исследования, связанные с учетом возможности изменения уровня. В частности, рассматривался вопрос, связанный с климатическими условиями водности и потребностями водопользователей в нижнем и верхнем бьефах Иркутской ГЭС. Новое исследование по многим критериям принципиально отличается от предыдущих. Впервые был подсчитан экономический ущерб от изменения уровня, как при увеличении, так и при уменьшении. Важно, что возможные уровни Байкала были рассчитаны по одним и тем же методам, как для стороны верхнего бьефа — это в большей степени Республика Бурятия, так и для стороны нижнего бьефа — это Иркутская область и территории, связанные с экстремальным маловодьем и экстремальным многоводьем в Ангаре с учетом Иркутка, а также ряда других рек. Ученые представили количественные характеристики возможных ущербов при изменении уровня: разрушения объектов, которые находятся в возможной зоне затопления, ущербы, которые возникают при абразии берегов, возможные ущербы экосистем. Это касается ущербов для рекреационных объектов, в том числе пляжей», — говорит директор ИрФ СО РАН и ИДСТУ СО РАН академик И. В. Бычков.

Относительно абразии берегов в ряде мест ученые рекомендуют провести берегоукрепительные работы. В частности, это касается визит-центра «Танхой». Также разработаны экологические и рыбохозяйственные требования к управлению уровнем режимом Байкала с минимизацией негативного воздействия на экосистему озера. На основе существующих данных и проведенных в рамках НИР экспедиционных работ выявлены критически важные компоненты биоты прибрежной части Байкала. Отмечается, что их благополучие в значительной мере зависит от сезонных изменений уровня озера через прямое или опосредованное воздействие.

«Было установлено, что одна из важнейших характеристик весеннего време-



ни — это плавность изменения уровня. Для биоты не столь важна начальная цифра, с которой начинается изменение уровня, также не столь важна конечная (самая высокая) точка, а важно, чтобы это всё происходило плавно. В нашем отчете представлены точные расчеты для разных представителей экосистем, в частности желтокрылого бычка, который является очень важным элементом трофической цепи на Байкале», — рассказывает Игорь Вячеславович.

Также ученые определили, что наиболее важным фактором для биоты прибрежной части Байкала является изменение уровня озера во втором квартале. В остальные периоды эта переменная существует значения не имеет. Например, заход омуля в нерестовые реки начинается в конце августа и продолжается до начала ледостава на реках. Следовательно, уровень Байкала не влияет на заход омуля на нерест и динамику нерестовой миграции.

Один из главных вопросов — минимизация последствий для экосистем в условиях развития энергетики в регионе. Амплитуда внутригодового колебания уровня Байкала, как в естественных, так и в зарегулированных условиях, значительно отличается в разные по водности годы. За всё время наблюдений за уровнем озера Байкал максимальная внутригодовая амплитуда составляла 1,35–1,50 метра, минимальная — 0,34–0,40 метра. Учеными предложен порядок регулирования уровня озера Байкал и Иркутского водохранилища с учетом экологических и социально-экономических факторов. Для этого разработан диспетчерский график управления

режимами Иркутской ГЭС и определен порядок регулирования уровневых режимов озера Байкал.

«Консорциум организаций в рамках своих общепризнанных компетенций предоставил необходимые методики и подходы для того, чтобы продвинуться в решении этой сложной задачи. На базе этих исследований, помимо рекомендаций, сделаны конкретные предложения по основам регулирования озера Байкал, которые могут лечь в новые правила использования водных ресурсов (ПИВРов), действующие с 1988 года. Понятно, что их надо совершенствовать в силу парадигмы восприятия озера Байкал и с учетом сложившихся сегодня реалий. Сделанные расчеты позволяют принять условия весенней сработки до уровня 455–485 метров по тихоокеанской системе высот (ТО) и обеспечивать изменения в метровом диапазоне практически 50 лет из 100–140. Это означает, что мы сможем обеспечить с точностью 98 % прогноз ненарушения уровня верхней отметки 457,2 ТО, которая критична для верхнего бьефа озера Байкал. Критичность заключается в существенном возрастании ущербов для верхнего бьефа. Соответствующие оценки сделаны и для нижнего бьефа, это связано с попусками через Иркутскую ГЭС с учетом притока реки Иркут. Максимально возможные сбросы с учетом расхода Иркутка составляют 4000–4500 м³/с. Все эти ограничения и обоснования подробно представлены в отчете, что позволяет говорить, что эта работа имеет не только фундаментальный характер. Помимо этого, был выявлен целый ряд новых взаимодействий, которые были оценены на качественном и количественном уровне, но

имеют существенный прикладной характер, позволяющий применять результаты работы для подготовки новых правил использования водных ресурсов на Байкале. Это позволит более рационально использовать водные ресурсы, сохраняя экосистему озера Байкал и минимизируя ущербы для экономики и природы», — подчеркивает Игорь Бычков.

Помимо этого, учеными подготовлены предложения по сверхдолгосрочному прогнозированию полезного притока воды в Байкал с учетом вероятных сценариев климатических изменений. Для этого сформированы сценарии изменения климата и пространственные распределения отклонений метеорологических показателей в бассейне озера Байкал на основе данных международного проекта CMIP6 до 2060 года. Общий характер ожидаемых изменений внутригодового распределения притока в озеро является относительно стабильным для всех сценариев изменения климата.

«Несмотря на то, что наше исследование продолжалось три года, становится очевидным, что эта работа должна быть продолжена. Необходимо продолжить изучение влияния изменения уровня на экосистемы, посмотреть с других аспектов, прочие элементы, а также влияние уровня на современное состояние острова Ярки и всей северной экосистемы. Следует проанализировать изменения не только с точки зрения температурных режимов, но и с точки зрения экосистемы: насколько она изменяется и какие есть воздействия. Также интересно дальнейшее исследование, связанное с весенними паводками в дельте Селенги. Есть много других во-

Сибирские ученые научились определять динамическую структуру белка вируса Денге

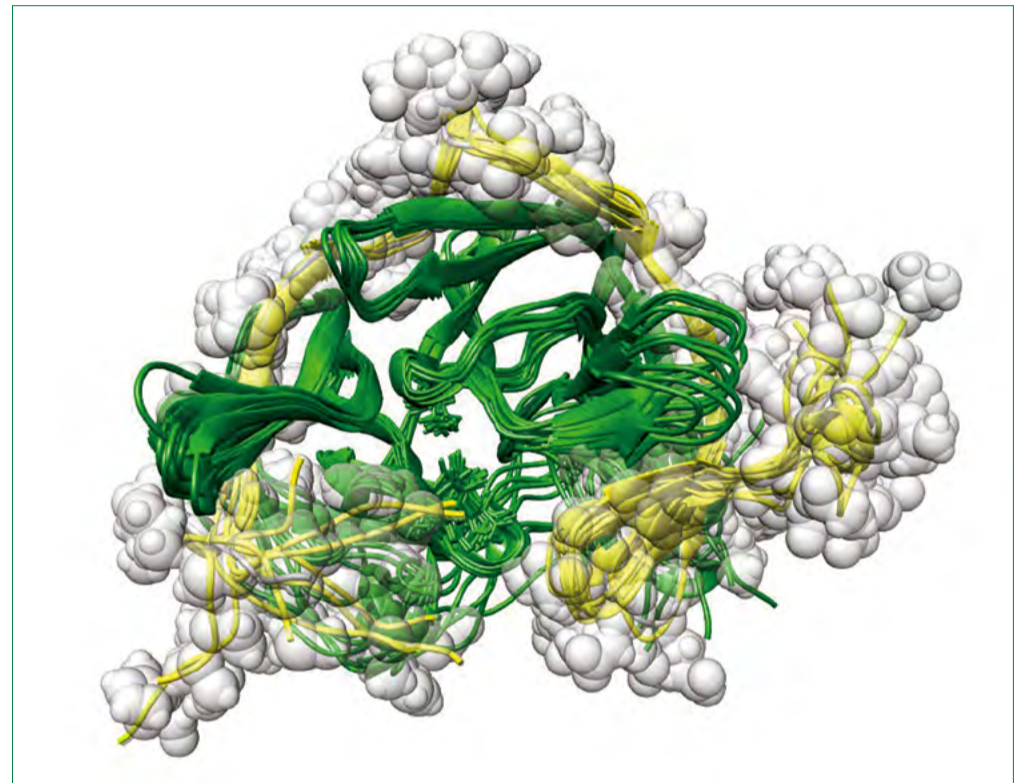
Ученые Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН совместно с коллегами из Швеции и Москвы научились определять подвижную структуру белка. Они исследовали сериновую протеазу вируса Денге. Знания о структуре помогут создать противовирусные препараты. Исследование опубликовано в журнале Nature Communications Biology.

Специалисты изучали сериновую протеазу вируса Денге. Он распространяется из Африки и Азии в страны Европы и передается людям от комаров. В России есть потенциальная угроза возникновения очагов заболевания в южных регионах. При распространении инфекции в организме человека синтезируется длинная полипептидная цепочка. Протеаза разрезает эти цепочки на более короткие фрагменты, которые становятся активными белками вируса, из них формируется структура новых его копий. Если получится нарушить работу протеазы, то вирус перестанет размножаться в организме человека. Кроме того, ингибитор для Денге поможет создать такой же препарат для вируса клещевого энцефалита, ведь обе инфекции относятся к одному семейству.

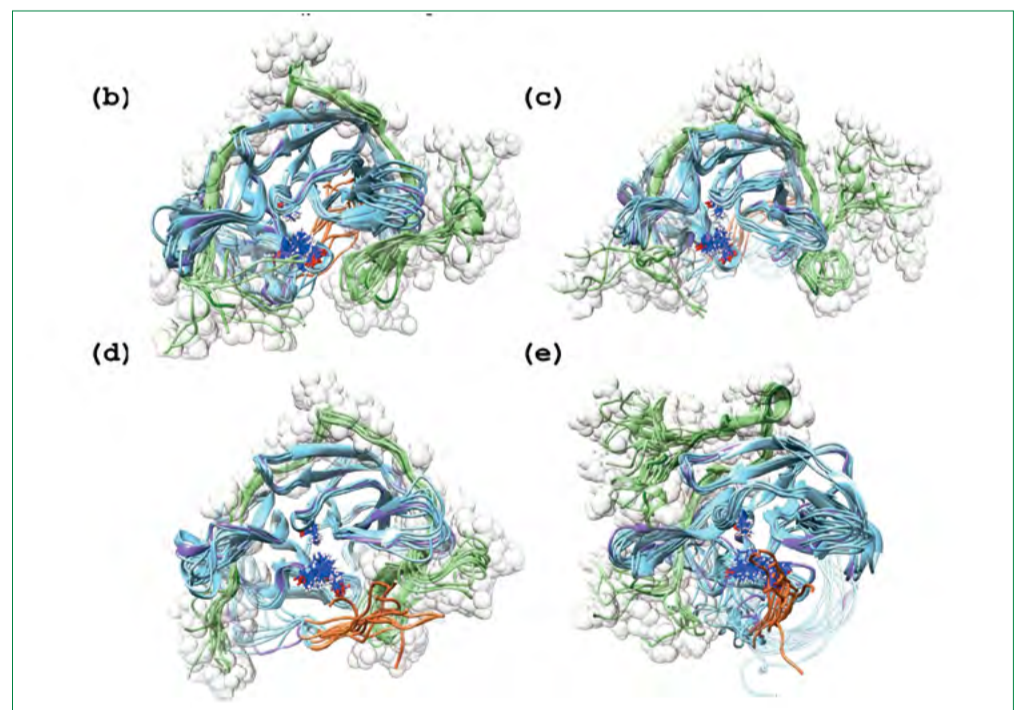
«Обычно, когда создают лекарство, берут пространственную структуру белка и смотрят, как к ней присоединить какую-либо молекулу, которая бы мешала работе активного центра белка и не давала вирусу нормально функционировать. Чаще всего белок имеет довольно стабильную структуру. В нашем же случае она очень подвижна, поэтому возникают проблемы», — рассказал заведующий лабораторией структурной биологии, заместитель директора по научной работе ИХБФМ СО РАН кандидат физико-математических наук **Александр Анатольевич Ломзов**.

Еще одна сложность заключается в том, что пространственная структура сериновой протеазы вируса Денге может изменяться при переходе от неактивной формы к активной. В результате количество вариантов структур, которые необходимо изучить, становится просто огромным. Поэтому ученые задались вопросом, для какой из структур необходимо искать ингибитор, и начали разрабатывать методику, чтобы найти нужную. Они скомбинировали классические, уже известные подходы и предложили новый метод. К исследованию подключилась и команда Института биоорганической химии им. ак. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН, которая разрабатывает методы для расчета и определения динамических параметров структур белков.

«Один из подходов (метод ядерного магнитного резонанса) позволяет измерять расстояния между отдельными атомами. Мы получаем набор парных расстояний и на основе этих данных с использованием методов компьютерного моделирования восстанавливаем структуру белка. Однако для таких динамических систем одному и тому же набору парных расстояний соответствуют сразу несколько структур. Какую из них выбрать? Нужно было проверить, действительно ли они удовлетворяют другим критериям, выбрать эти критерии и соотнести с экспериментом, потому что просто по расчетным характеристикам подходят все. Мы разработали методику, чтобы искать набор интересующих нас структур. Получилась такая схема: сначала синтезируем белок, исследуем его методами ЯМР. Дальше на основе этих данных проводим компьютерное моделирование, получаем набор структур. Снова проводим компьютерное моделирова-



Структура комплекса белков сериновой протеазы вируса Денге, определенная в ходе исследований. Желтым цветом обозначен остов, серым — атомы белка NS2B; зеленым цветом показан остов белка NS3pro.



Четыре основные конформации сериновой протеазы

ние, но более детальное, рассчитываем динамические параметры, смотрим, как двигаются и взаимодействуют отдельные атомы. После все эти данные мы объединяем и анализируем в совокупности, делаем вывод о том, какие структуры могут присутствовать в растворе», — отметил Александр Ломзов.

Структуру белка необходимо исследовать в растворе, чтобы быть максимально приближенным к биологическим условиям. Еще одна сложность исследования в том, что этот белок, сериновая протеаза, начинает расщеплять сам себя. Поэтому для его изучения необходимо либо вводить мутации в структуру и делать белок неактивным, либо использовать вещества, которые снижают его активность, либо сразу же после получения исследовать. Поэтому все эксперименты проводят в растворе.

Ученые проанализировали три модельные структуры и показали, что все они могут существовать, подтвердили предположение о том, что белки ди-

намичны и набор конформаций может быть разным.

«Это важно учитывать при поиске терапевтических соединений. Сейчас у нас уже есть модельное соединение, которое предположительно может сработать. Мы исследуем, как оно взаимодействует с белком, где находится, какая структура у этого комплекса. Знания о структуре необходимы, чтобы понять в деталях, как функционирует белок. Дальше их можно использовать для создания и улучшения ингибитора», — сказал Александр Ломзов.

Ученый отметил, что провести такое обширное исследование удалось благодаря работе молодежной лаборатории: «Для нашей молодежной лаборатории мы построили вычислительный комплекс. Если бы его не было, мы бы существенно медленнее двигались к получению результатов».

Полина Щербакова
Иллюстрации предоставлены Александром Ломзовым

просов, на которые мы еще не знаем ответы. Для сравнения, подобные исследования Великих озер проводились не один десяток лет. Несмотря на то, что техническое задание, сформулированное для этой работы, выполнено полностью, мы понимаем, что влияние изменения уровня озера Байкал на экосистему, на экономику Иркутской области и Республики Бурятия необходимо продолжать исследовать. Сегодня сложился научный коллектив, который может стать ядром для продолжения этого исследования. НИР показала то, что можно и нужно находить компромиссные решения не только между экономикой и экологией, но и между теми позициями, которые существовали и существуют в научных кругах, общественных кругах, для гармонизации их интересов и понимания того, что никто не может получить соответствующие предпочтения за счет другого, это возможно только совместно, найдя Парето-оптимальные решения с минимальными ущербами для всех. Мы не делим объекты на верхний бьеф и нижний бьеф, для нас это единая система, единая экосистема, единая водная система, единая экономическая система, значит, мы должны продолжать работать в этом направлении», — уверен Игорь Бычков.

В научно-исследовательской работе принимали участие более 170 научных сотрудников Сибирского отделения РАН, Минобрнауки России, Росрыболовства и Росгидромета. Это ИСЭМ СО РАН, Институт земной коры СО РАН (Иркутск), Лимнологический институт СО РАН (Иркутск), Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (Иркутск), БИП СО РАН, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ), Геологический институт им. Н. Л. Добрецова СО РАН (Улан-Удэ), Иркутский государственный университет, Восточно-Сибирский институт медико-биологических исследований (Ангарск), Байкальский филиал Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (Улан-Удэ), Государственный гидрологический институт Росгидромета (Санкт-Петербург), Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова (Санкт-Петербург). Ответственный исполнитель — Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН.

«Еще раз подчеркиваю, очень активное участие в реализации проекта принимали научный руководитель БИП СО РАН академик **Арнольд Кириллович Тулоханов**, директор ЛИН СО РАН доктор геолого-минералогических наук **Андрей Петрович Федотов**, декан биолого-почвенного факультета ИГУ доктор биологических наук **Аркадий Николаевич Матвеев**, руководитель отдела водных ресурсов Государственного гидрологического института доктор географических наук **Владимир Юрьевич Георгиевский**. По вопросам моделирования режимов работы Иркутской ГЭС работали сотрудники ИСЭМ СО РАН под руководством заведующего лабораторией гидроэнергетических и водохозяйственных проблем энергетики ИСЭМ СО РАН доктора технических наук **Вячеслава Михайловича Никитина**. Большую организационную работу по выполнению проекта проводила ученый секретарь Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал доктор экономических наук **Ирина Ильинична Орлова**», — сказал Игорь Бычков.

Стоит добавить, что на заседании Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал в рамках рассмотрения результатов НИР было отмечено, что проект достоин выдвижения на Государственную премию Российской Федерации.

Вера Велякина, ИДСТУ СО РАН
Фото Владимира Короткоручко

ВАКАНСИЯ

Изданию «Наука в Сибири» требуются журналисты

Кто нам нужен: специалисты с высшим образованием, которые хотели бы развиваться вместе с нами «Наука в Сибири», рассказывать о том, чем занимаются ученые. Вы должны быть любознательны, уметь проверять факты, понимать, как пишутся журналистские тексты. Выпускников со свежими дипломами также рассматриваем. Если вы закончили бакалавриат и учитесь в магистратуре, то есть примеры, когда это отлично совмещалось с работой у нас.

Что нужно уметь: писать журналистские тексты о науке (или быть готовым очень быстро научиться), осмысленно работать с редакторскими правками. Плюс будет умение фотографировать и вести соцсети.

Условия: полная занятость, 5 дней в неделю с 9:00 до 18:00. Белая зарплата, оплачиваемый отпуск 28 календарных дней + дополнительные дни за ненормированный рабочий день, оплачиваемые больничные. Стабильная зарплата (средняя по рынку).

Вопросы и резюме с портфолио присылать на e-mail: media@sb-ras.ru (тема: «Резюме на вакансию «журналист»»).

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели!

Первый номер газеты «Наука в Сибири» выйдет 11 января.



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

Сайт «Науки в Сибири»
www.sbras.info

Как рекультивируют отвал на Кедровском угольном разрезе?

Экологи угольной компании «Кузбассразрезуголь» и ученые Федерального исследовательского центра угля и углекислоты СО РАН (Кемерово) тестируют технологии рекультивации на опытно-показательном эколополигоне. Он был создан на отвале Кедровского угольного разреза в 2019 году. В этом году специалисты завершают пятилетний этап, куда входили задачи по закладке насаждений, оценке их приживаемости, сохранности и скорости роста.

«Идея полигона — показать, как на отвалах Кузбасса работают технологии биологической рекультивации. Попутно с этим решались и экспериментальные задачи. Например, на полях были отработаны теоретические схемы восстановления сообществ, которые раньше не применялись на практике. Были испытаны разные приемы и способы посадки. Сейчас отработано десять схем, готовых для внедрения в производство», — рассказал заведующий лабораторией рекультивации и биомониторинга Кедровского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН кандидат биологических наук Владимир Иванович Уфимцев.

Одна из наиболее пригодных древесных пород для рекультивации — сосна обыкновенная. Она давно используется и хорошо растет на отвалах. Остальные виды растений исследователи отбирали больше десяти лет.

«Наша лаборатория более 15 лет изучает особенности формирования лесных насаждений на отвалах в разных эколого-географических районах Кузбасса. Мы исследовали, как происходит самозарастание отвалов, какие древесные виды поселяются под покровом уже созданных участков рекультивации, как одни виды влияют на другие. Наши теоретические разработки легли в основу этого полигона. Мы реализовали здесь то, что увидели и изучили в природе», — прокомментировал Владимир Уфимцев.

На участке размером в три гектара высадили деревья лиственных, хвойных пород, а также многолетние травы. Для посадки использовали взрослые саженцы, чтобы увидеть результат не через пять-восемь лет, а через два-три года.

«По регламенту сейчас все посадки должны быть высажены с закрытой корневой системой. Конечно, она более эффективна, чем посадка с голым корнем, так как корень не травмируется. Растение получает необходимый набор питательных веществ, влаги в корневом коме, в котором растет и с ним же высаживается на отвал. Такая технология помогает сделать растения более устойчивыми к экстремальным условиям: например, жаре и недостатку влаги», — прокомментировал Владимир Уфимцев.

На опытно-показательном полигоне ученые проводят экспериментальные исследования и наблюдают за восстановлением экосистемы. Они изучают рост растений, то, как они влияют друг на друга, как происходит трансформация горных пород под воздействием деревьев и кустарников. Специалисты стремятся внедрить разработки на других предприятиях Кузбасса, популяризовать свои технологии рекультивации поврежденных земель.

«Сейчас говорить о конечных результатах наблюдений еще рано, но некоторые тенденции уже видны. Хвойные насаждения, и одновидовые, и смешанные, хорошо растут как на участках с плодородным слоем, так и без него. Лиственные породы более устойчивы на участках с нанесением плодородного слоя почвы. Еще один немаловажный момент: последние лет пять для озеленения склонов рекомен-



дуются использовать карагану, это такая древесная порода, и на эколополигоне мы экспериментально доказали, что на участках без нанесения плодородного слоя она растет лучше», — сказал исследователь.

Особенность технологий рекультивации, представленных на эколополигоне, по словам специалистов Кедровского ботанического сада, в природоподобии сообществ — эти сообщества самопод-

держивающиеся, популяции растений могут воспроизводить сами себя. Кроме того, исследователи восстанавливают видо-разнообразие и восстанавливают не только растительный покров отвала, но и почвенный, так как почва — базис любой наземной экосистемы.

Полина Щербакова
Фото предоставлены исследователем