



Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 1 октября 2026 года • № 38 (3552) • 12+



OpenBio-2026



Читайте на стр. 4–5

Новость

Создан сверхчувствительный к кальцию мутант светящегося белка обелина

Красноярские ученые получили мутантную форму фотопротеина обелина, которая в два раза чувствительнее природного белка к изменению концентрации внутриклеточного кальция. Разработка позволяет обнаруживать слабые кальциевые сигналы, которые раньше ускользали от наблюдения, и открывает новые возможности для изучения клеточных процессов. Результаты исследования опубликованы в журнале *International Journal of Biological Macromolecules*.

Фотопротеины — это белки, которые излучают свет в присутствии ионов кальция. В природе они встречаются у многих организмов, в том числе и у светящихся медуз. В лабораториях их уже давно применяют для отслеживания кальциевых сигналов внутри клеток, ведь этот элемент управляет основными клеточными процессами. Удобство фотопротеинов в том, что интенсивность их свечения напрямую зависит от количества кальция: чем его больше, тем ярче сигнал. При этом для реакции не нужны ни кислород, ни дополнительные вещества, достаточно самого белка и ионов кальция. Эти свойства сделали фотопротеины идеальными индикаторами для оценки внутриклеточной концентрации элемента.

Коллектив исследователей из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» улучшил свойства природного светящегося белка обелина, заменив в его структуре аминокислоту изолейцин на другие аминокислотные варианты. В одной из созданных мутантных форм изолейцин был заменен на лейцин. Такой вариант в десятки раз лучше природного белка реагирует на изменение содержания внутриклеточного кальция и может стать основой для нового поколения биотестов.

Этот мутант показал себя стабильным и в условиях живых клеток, где он оказался в два раза более чувствительным к кальцию, чем природная форма белка. Значит, он вдвое точнее может отслеживать изменения концентрации кальция в цитоплазме клеток, чем природный белок, а также способен регистрировать даже слабые кальциевые сигналы в клетке, которые природный белок не видит.

«Белковая инженерия — эффективный подход для создания белков с улучшенными свойствами. В природном обелине молекула субстрата, отвечающая за свечение, плотно упакована внутри белка, вокруг которого выстроены остальные части молекулы. Мы предполагаем, что замена изолейцина на лейцин изменяет положение этой молекулы внутри белка. Это формирует структуры с более высоким сродством к ионам кальция, обеспечивая тем самым свечение при значительно

меньших концентрациях кальция. Интересно, что аналогичные замены в близких светящихся белках акворине и клитине, которые мы провели для проверки, тоже повысили чувствительность к кальцию, однако прирост сигнала оказался значительно ниже, чем у мутанта обелина», — объясняет руководитель исследования заведующий лабораторией фотобиологии Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат биологических наук **Евгений Степанович Высоцкий**.

«Благодаря повышенной чувствительности полученный белок позволяет фиксировать небольшие изменения концентрации кальция в клетке. Он способен стать перспективным инструментом для изучения клеточных процессов, в которых кальций участвует как сигнальная молекула, или действия лекарственных препаратов, а также для поиска новых подходов к терапии. К примеру, при помощи мониторинга кальция можно точнее отслеживать, как препарат влияет на клетку, и отбирать на этой основе наиболее перспективные соединения», — уточняет старший научный сотрудник Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат биологических наук **Наталья Петровна Маликова**.

Исследование поддержано Российским научным фондом (№ 24-44-00009).

Служба научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН

Награды

Сибирские ученые удостоены высоких государственных наград

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени награжден заместитель председателя СО РАН, научный руководитель Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН академик РАН **Василий Михайлович Фомин**.

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени награжден главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН доктор технических наук **Владимир Матвеевич Грузнов**.

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу Почетной грамотой Президента Российской Федерации награжден заместитель директора по научной работе ФИЦ «Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН» профессор РАН, доктор химических наук **Сергей Александрович Адонин**.

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу Почетной грамотой Президента Российской Федерации награжден научный руководитель Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН академик РАН **Михаил Иванович Эпов**.

За заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу Почетной грамотой Президента Российской Федерации награжден заведующий лабораторией геодинамики и палеомагнетизма Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН академик РАН **Валерий Арнольдович Верниковский**.

Новость

Объявлен шорт-лист видеоконкурса «Снимай науку!»

В шорт-лист вошли 53 работы, и с 23 сентября по 13 октября видео финалистов оценит авторитетное жюри, в которое входят популяризаторы науки и редакция телеканала «Наука».

В каждой из трех номинаций — «Профессиональное видео», «Любительское видео» и «Детское видео» — будут определены три места. Кроме того, по выбору канала «Наука» одному из участников видеоконкурса могут предоставить возможность снять собственную программу для телеканала.

Параллельно с работой жюри пройдет народное интернет-голосование: любой желающий сможет выбрать понравившуюся работу на сайте конкурса <https://paukatv.ru/video-vote>. Авторы пяти лучших видеороликов по итогам голосования получат специальные призы от канала.

Пресс-служба конкурса
«Снимай науку!»

Академику РАН Сергею Савостьяновичу Гончарову — 75 лет

Глубокоуважаемый
Сергей Савостьянович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН по математике и информатике с самыми искренними и добрыми чувствами поздравляют Вас с юбилеем!

Мы знаем Вас как крупного специалиста в области математической логики и ее приложений в информатике и теории алгоритмов, теории вычислимых моделей и булевых алгебр. Вся Ваша жизнь неразрывно связана с наукой. Ваши научные результаты, административная и научно-организационная деятельность являются значительным вкладом в развитие научно-образовательного комплекса Новосибирской области и укрепление интеллектуального, промышленного и культурного потенциала нашей страны. Вы внесли выдающийся вклад в решение фундаментальных проблем теории вычис-

лимости, развитие математики в России, подготовку высококвалифицированных специалистов для приоритетных направлений науки и экономики.

Вами была построена теория алгоритмической размерности, в основе которой лежит фундаментальный вывод о существовании неустойчивых моделей конечной алгоритмической размерности, найдены критерии неавтоустойчивости моделей. В теории разрешимых моделей Вы установили фундаментальный критерий разрешимости однородных моделей. В области классической теории алгоритмов Вы внесли фундаментальный вклад в теорию вычислимых нумераций, разработали новый метод построения вычислимых нумераций в иерархиях. В классической теории моделей Вами решена известная проблема А. И. Мальцева о классах со строгими гомоморфизмами. Вы являетесь лидером всемирно известной научной школы по теории вычислимо-

сти и информатике, пользуетесь большим авторитетом и уважением среди научного сообщества.

Много сил и внимания Вы уделяете общественной и научно-организационной деятельности — являетесь президентом Сибирского математического общества, членом Президиума СО РАН, бюро ОМН РАН, членом Национального комитета математиков Российской Федерации, заместителем председателя Сибирского фонда алгебры и логики, членом многочисленных экспертных и ученых советов.

Занимая многие ответственные посты, Вы проявляли высокий профессионализм, ответственность и целеустремленность в достижении поставленных целей. Вы внесли неоценимый личный вклад в многолетнюю плодотворную научную деятельность, имеете богатый опыт управления крупными научными коллективами — более пятидесяти лет Вы работаете в Новосибирском госу-

дарственном университете, в течение пятнадцати лет Вы трижды избирались деканом механико-математического факультета университета, на протяжении десяти лет Вы руководили Институтом математики им. С. Л. Соболева СО РАН.

От всей души желаем Вам, дорогой Сергей Савостьянович, воплощения в жизнь самых смелых планов и проектов, оптимизма, крепкого здоровья, долгих лет жизни, новых творческих успехов и свершений на благо российской и мировой науки!

И. о. председателя СО РАН
академик РАН Д. М. Маркович

Председатель ОУС СО РАН
по математике и информатике
академик РАН И. А. Тайманов

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

КОНФЕРЕНЦИЯ

В Новосибирске прошла конференция, посвященная столетию со дня рождения основателя сибирской этносоциологии

Международная научная конференция «Этносоциальные процессы в Сибири и на сопредельных территориях: теория и практика междисциплинарных исследований» была организована Институтом философии и права СО РАН, Институтом археологии и этнографии СО РАН, Новосибирским государственным университетом и Президиумом СО РАН при поддержке Правительства Новосибирской области и приурочена к двум знаменательным датам: столетию со дня рождения профессора, члена-корреспондента РАН **Владимира Ивановича Бойко** — основателя сибирской этносоциологии, и 45-летию создания Региональной межведомственной комиссии СО АН СССР по комплексному изучению проблем развития народностей Севера.

В работе мероприятия приняли участие исследователи из 16 городов России, а также коллеги из Китая, Казахстана и Монголии, представившие более 70 докладов. Юбилейные даты стали для научного сообщества поводом обсудить современные вызовы в области демографии, миграции и межкультурного взаимодействия, опираясь на фундаментальный опыт предыдущих поколений.

С приветственными словами к участникам обратились руководители научных и образовательных организаций Новосибирска. Главный ученый секретарь СО РАН член-корреспондент РАН **Андрей Александрович Тулупов** подчеркнул значимость социально-гуманитарных и междисциплинарных исследований, их востребованность в современных условиях. Научный руководитель ИАЭТ СО РАН академик **Анатолий Пантелеевич Деревянко** рассказал об истории гуманитарного направления в новосибирском Академгородке, о роли В. И. Бойко в формировании нового научного направления и создании институтов. Директор ИФПР СО РАН доктор философских наук **Марина Николаевна Вольф** акцентировала значение комплексных исследований

для становления научных школ и обозначила задачу сохранения потенциала сибирских ученых. Директор Института философии и права НГУ доктор философских наук **Владимир Серафимович Диев** поделился личными воспоминаниями о работе с юбиляром и его вкладе в развитие философского образования в Академгородке.

Профессор, доктор философских наук **Игорь Фёдорович Кефели** (Санкт-Петербург) представил доклад о когнитивной безопасности, обозначив теоретические основания данной проблематики, а также связанные с ней вызовы. Профессор, доктор философских наук **Ольга Васильевна Плебанек** (Санкт-Петербург) в рамках своего доклада рассмотрела трансформацию традиционной семьи в условиях цифровой культуры. Академик **Арнольд Кириллович Тулохонов** (Улан-Удэ) представил анализ влияния этносоциальных реформ на жизнь народов Азиатской России, а директор Института монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН доктор социологических наук **Дамдин Доржиевич Бада-раев** (Улан-Удэ) рассказал о социальных проектах буддийских организаций в полиэтническом регионе.

Круглый стол памяти В. И. Бойко был посвящен анализу научного наследия основоположника сибирской этносоциологии. Модераторы встречи — главный научный сотрудник ИФПР СО РАН доктор философских наук **Юрий Владимирович Попков**, доктор философских наук **Владимир Сергеевич Шмаков** и кандидат философских наук **Аржана Петровна Чемчиева** — открыли дискуссию воспоминаниями о юбиляре как об организаторе науки и сильной личности. В каждом из выступлений был сделан акцент на выдающихся организаторских способностях и человеческих качествах юбиляра, позволивших ему объединить вокруг общих целей исследователей из разных регионов и представителей разных научных дисциплин.

Секционные заседания конференции состоялись на площадках НГУ и ИАЭТ СО РАН. Было представлено 65 докладов

исследователей из научных центров России, Китая, Казахстана и Монголии.

Секция «Миросистемные и геополитические основания исследования этносоциальных процессов» объединила 15 выступлений. Участники обсудили возможности миросистемного анализа для понимания современных российских реалий, проблемы образовательного неравенства, причины угасания языков (в частности, саамского), а также исторические процессы формирования систем управления на внутренних этнических перифериях России.

Заседание секции «Теоретико-методологические основания исследований и динамика этносоциальных процессов в Сибири и на сопредельных территориях» охватило как общетеоретические вопросы социальной онтологии, так и конкретные методики социальных исследований, а также отдельные кейсы социальных процессов в Сибири, Центральной Азии, Монголии и Китае. Ряд докладов был подготовлен при поддержке грантов РФ.

Секция «Факторы обеспечения стабильности в российском обществе: образование, демография, миграция» охватила наиболее представительную — 17 докладов из Новосибирска, Томска, Якутска, Абакана, Кызыла, Улан-Удэ, Перми, Владивостока и Москвы. Участники секции прослушали доклады, затрагивающие такие вопросы, как профессиональные траектории молодежи, методики адаптации детей-инофонов с помощью цифровых сервисов, формирование нового российско-индийского миграционного коридора, стратегии интеграции центральноазиатских мигрантов, а также пространственную поляризацию расселения и депопуляцию малых городов.

В рамках работы секции «Этнокультурное разнообразие и гражданское единство» участники подчеркнули необходимость комплексного междисциплинарного изучения этносоциальных процессов в условиях трансформации современного общества и усиления миграционной мобильности. Особое внимание было уделено факторам укрепления межэтни-

ческого доверия, межкультурного диалога и гражданской солидарности.

На секции «Религиозная ситуация в Сибири как уникальном поликонфессиональном регионе» ученые обсудили религиозную историю Сибири начиная с XVII века и заканчивая современностью. Обсуждение затронуло вопросы конфессиональной политики, миссионерства, религиозной жизни советского общества, а также культурологические аспекты восприятия сакрального и разграничения «своего» и «чужого» в культуре.

Междисциплинарный характер работы секций способствовал взаимному обогащению исследовательских подходов и позволил проследить связи между историческими, социальными, культурными и геополитическими аспектами этносоциальных процессов. Живые дискуссии выявили несовпадение позиций по ряду теоретических проблем, что свидетельствует о высокой научной интенсивности обмена мнениями.

Участники сошлись во мнении о том, что фундаментальные исследования должны идти рука об руку с регулярным эмпирическим мониторингом актуальных проблем Сибири и Дальнего Востока. В число приоритетных тем вошли изучение региональной специфики демографических и миграционных процессов, механизмы адаптации мигрантов, сохранение языкового многообразия, а также влияние цифровой среды на этносоциальные процессы.

Особое внимание уделялось прикладному применению результатов исследований. Специалисты подчеркнули важность развития просветительских практик, направленных на профилактику этнических стереотипов и поддержку конструктивного межкультурного диалога. По итогам работы конференции будет издан сборник научных трудов, а наиболее значимые доклады рекомендованы к публикации в журнале Respublica Literaria.

Татьяна Скрипкина,
младший научный сотрудник
ИФПР СО РАН

Глава Минобрнауки Валерий Фальков посетил с рабочей поездкой Новосибирск

Министр науки и высшего образования РФ Валерий Николаевич Фальков провел совещание с директорами научных организаций, расположенных в Сибирском федеральном округе, посетил Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН и провел рабочую встречу с и. о. председателя СО РАН академиком Дмитрием Марковичем Марковичем.

«В Сибири сложились сильнейшие научные школы, действуют крупные научно-исследовательские центры, есть новая инфраструктура, наработан серьезный опыт реализации крупных проектов. Важно консолидировать усилия Минобрнауки, Российской академии наук, Сибирского отделения РАН, региональной власти и бизнеса для научно-технологического развития нашей страны», — сказал Валерий Фальков на встрече с директорами научных организаций.

В ходе визита в ИТ СО РАН Дмитрий Маркович рассказал о работах института в рамках Научного центра мирового уровня «Теплофизика и энергетика», а также о создании ФИЦ энергетике и механики. Особое внимание он уделил сотрудничеству с промышленностью в рамках тех работ, которые проводятся в институте сейчас и планируются в будущем.

Основная задача НЦМУ «Теплофизика и энергетика» — разработка научных и технологических решений, которые будут способствовать укреплению лидерства России в сфере энергетики. Среди приоритетов — повышение эффективности, надежности и безопасности энергетических систем, снижение воздействия на окружающую среду и создание технологий для перспективных отраслей: атомной промышленности, газотурбостроения, металлургии. «Коллектив НМЦУ — это не только сотрудники института, мы привлекли около 30 % новых специалистов, а также активно работаем с нашими промышленными партнерами», — рассказал Дмитрий Маркович.

Валерию Фалькову продемонстрировали оборудование для создания тепловыделяющих сборок нового поколения для атомных электростанций. Исследования направлены на развитие перспективных энергетических технологий и повышение эффективности и надежности действующих энергетических установок. «Мы отвечаем за интенсификацию теплосъема», — подчеркнул Дмитрий Маркович, — если говорить проще: как забрать максимум тепла с наименьшими потерями, и сделать это безопасно. Проводятся лабораторные эксперименты, моделирование, и благодаря этому можно сделать небольшие изменения конструкции тепловыделяющих сборок, которые приведут к более высокой эффективности».

Среди других ключевых направлений работы — разработка малоземлемых камер сгорания для газотурбинных двигателей и установок. Ученые создают решения, которые позволяют снижать уровень выбросов загрязняющих веществ и углеродный след энергетических установок. В перспективе технологии могут применяться при сжигании различных видов топлива, включая малолуглеродные смеси с аммиаком.

Концепция Федерального исследовательского центра энергетике и механики СО РАН, которая также была представлена на встрече, предполагает объединение Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН и Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, что позволит усилить исследовательские возможности в области энергетики, механики, тепло- и массопереноса и гидрогазодинамики в первую очередь для решения крупных задач для промышленных партнеров.



Д. М. Маркович (в центре слева) и В. Н. Фальков (в центре справа) на встрече в ИТ СО РАН

«Планируется объединение научных тематик и инфраструктуры», — сказал Дмитрий Маркович, — для использования новой структуры ФИЦ в качестве «точки сборки» масштабных проектов и рамочных договоров с крупными промышленными партнерами». Дмитрий Маркович также акцентировал необходимость выстраивания цепочки от разработки до промышленного партнера, для этого в составе ФИЦ планируется инжиниринговый центр как обособленное подразделение для выполнения НИОКР в интересах промышленных партнеров. Академик Маркович обозначил это промежуточной точкой масштабирования, тогда как более крупной структурой для решения такой задачи может стать Междисциплинарный исследовательский комплекс аэрогидродинамики, машиностроения и энергетике, проект которого был разработан в рамках программы развития «Академгородок 2.0». Помимо масштабирования разработок одной из приоритетных задач сегодня является математическое моделирование. Для решения подобных задач в интересах энергомашиностроения и атомной энергетики в составе ФИЦ будет использоваться вычислительный кластер «Каскад» и его интеграция в формируемую сибирскую сеть суперкомпьютерных мощностей.

В ходе дальнейшей рабочей встречи Валерий Фальков акцентировал внимание на Центре коллективного пользования «СКИФ». «Наступает новый большой этап. Необходимо запустить установку на полную мощность — максимально задействовать потенциал всех институтов Сибирского отделения РАН, сделать ее доступной для работы ученых, задействовать установку в практическом плане: с выходом на конкретные продукты и технологии», — подчеркнул В. Фальков.

В. Н. Фальков также посетил Государственную публичную научно-технологическую библиотеку СО РАН, учебно-научный центр Института медицины и медицинских технологий и научно-исследовательский

центр Новосибирского госуниверситета, ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов» и ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН».

В ГПНТБ СО РАН Валерий Фальков и глава Минстроя России Ирек Энварович Файзуллин осмотрели подземное книгохранилище, единый научный читальный зал и отдел редких книг. В марте этого года в библиотеке завершился капитальный ремонт вестибюля и первого этажа. В ходе визита обсуждались планы по строительству нового библиотечного корпуса.

Кроме того, министры оценили два объекта второй очереди современного кампуса НГУ: учебно-научный центр Института медицины и медицинских технологий и научно-исследовательский центр.

В наукограде Кольцово Валерий Фальков и Ирек Файзуллин посетили ЦКП СКИФ — лучший в мире источник синхротронного излучения в классе источников среднего энергетического диапазона (3 ГэВ). Российская локализация производства оборудования в СКИФ составляет 98 %. С помощью исследований на установке возможно будет создавать новые лекарственные препараты, работать над улучшением характеристик различных катализаторов, конструкционных материалов и машиностроительных изделий, оценивать месторождения драгоценных металлов, редких и рассеянных элементов, повышать эффективность добычи трудноизвлекаемой нефти, изучать древние артефакты без ущерба для их целостности.

Визит Валерия Фалькова продолжился встречей в ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН», где разрабатываются и применяются генетические технологии для решения приоритетных задач научно-технологического развития России. Так, например, коллектив лаборатории генетических основ селекции зерновых культур занимается изучением генетических механизмов, определяющих продуктивность и сроки развития пшеницы, а также ускоренным созданием селекции

онных линий. Среди крупных партнеров ученых — ГК «Эфко», АО «Щелково Агрохим», агрохолдинг «Кургансемена». Благодаря такой кооперации аграрии региона полностью обеспечены семенами сортов зерновых культур отечественной селекции. Из них примерно 40 % приходится на сорта, созданные в филиале ФИЦ ИЦИГ СО РАН (СибНИИРС) в Краснообске.

В лаборатории биотехнологий для агропромышленного комплекса, которая организована по инициативе Министерства сельского хозяйства РФ, ученые исследуют генетические основы биопродукции на платформе мейлотрофных дрожжей, разрабатывают суперпродукты белков по заказам биотехнологических компаний.

Работа лаборатории экспериментальной и клинической фармакологии направлена на разработку и экспериментальное обоснование новых терапевтических подходов для лечения аутоиммунных ревматических заболеваний. Одним из результатов работы стало создание прототипа CAR-T-клеточного продукта на основе модифицированных лимфоцитов с химерным антигенным рецептором. Такая технология рассматривается как перспективный подход к терапии тяжелых заболеваний.

Также на базе института действует молодежный сектор психонейрофармакологии. Исследования ученых посвящены изучению генетического контроля внутриклеточной сигнализации в нейронах и механизмов нейропластичности — способности нервной системы изменяться и адаптироваться. Одно из направлений работы связано с изучением белка STEP как потенциальной молекулярной мишени для фармакологической коррекции патологического поведения и нарушений нейропластичности, в том числе агрессии и аутизмоподобного поведения.

OpenBio-2026

В наукограде Кольцово на территории научно-производственной площадки Биотехнопарка прошел XIII Российский форум биотехнологий OpenBio. В рамках мероприятия, собравшего ведущих и молодых ученых в области биологических наук, исследователи выступили с докладами, обменялись идеями и укрепили научное сотрудничество. Площадка также была открыта для представителей власти, бизнеса и инфраструктуры, она включала круглые столы, экспертные дискуссии, выступления лидеров отраслей, мастер-классы, презентации технологий и оборудования. Помимо этого, на форуме прошли выставка биотехнологических и биофармацевтических компаний и детский научный трек.

Заместитель губернатора Новосибирской области **Ирина Викторовна Мануйлова** подчеркнула особенность места проведения OpenBio: «Уникальность этой территории заключается в том, что здесь объединяется целая плеяда научных организаций, в числе которых институты Сибирского отделения РАН, Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», а также большое количество инновационных, высокотехнологичных компаний, базирующихся в новосибирском Академгородке, Академпарке и наукограде Кольцово. В силах такого научного сообщества обеспечить прорыв в области биотехнологий для выполнения задач национальных проектов, в особенности в сфере обеспечения технологического суверенитета. Важность нашего кластера в том, что здесь присутствует вся цепочка — от идей до реальных разработок и производственных площадок. Желаю успехов в работе форума, интересных обсуждений и новых идей».

Мэр наукограда Кольцово **Николай Григорьевич Красников** отметил, что сегодня бионаправления задают научные тренды во всем мире. «Биологические направления сегодня считаются одними из самых перспективных в науке. Мы рады, что форум с каждым годом расширяет географию, круг друзей и партнеров — это всегда приводит к новым контактам и идеям. Также открытие в Кольцово ЦКП СКИФ позволит нам еще более детально погружаться в бионаправления», — сказал Николай Красников.

Директор ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» академик **Алексей Владимирович Кочетов** поздравил участников с началом форума от имени Президиума Сибирского отделения РАН и Объединенного ученого совета СО РАН по биологическим наукам. Также он зачитал приветственное письмо от президента НИЦ «Курчатовский институт» члена-корреспондента РАН **Михаила Валентиновича Ковальчука**. «Нам очень приятно, что в Кольцово организован такой мощный центр интеллектуального обмена и представления новых интересных результатов инновационного и прикладного характера», — подчеркнул А. В. Кочетов.

Генеральный директор ГНЦ ВБ «Вектор» доктор биологических наук **Александр Петрович Агафонов** отметил важность открытия ЦКП СКИФ, который объединит ученых практических всех областей: «ЦКП СКИФ позволит нам открыть новые пути научного развития на более высоком уровне, а вы — молодые и ведущие ученые, знающие как использовать возможности этого инструмента, — можете нам это сделать. Именно вы готовы посвятить жизнь изучению структуры мира, войти внутрь вещества, понять, что такое жизнь и как она устроена».



Д. В. Пышный, В. А. Вавилин и А. П. Агафонов на экспертной сессии по мРНК

Заведующий лабораторией бионаротехнологии, микробиологии и вирусологии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета председатель Совета отраслевой ассоциации «Биофарм» академик **Сергей Викторович Нетёсов** акцентировал внимание на том, что биотехнология — самая естественная отрасль промышленности и науки, потому что она не только производит продукты, но и утилизирует отходы их производства. «Биотехнология сегодня самая быстроразвивающаяся отрасль промышленности, мы с каждым годом видим ее продукцию в самых неожиданных местах. С каждым годом мы узнаем новые тайны природы, которые позволяют нам получать сырье для пищевого сектора дешевле, безопаснее и доступнее. Помимо этого, биотехнология дает много возмож-

ностей для медицины: создание вакцин, компонентов диагностики, лекарственных препаратов и других, что в конечном итоге приводит к увеличению продолжительности жизни человека. Приятно наблюдать, как форум процветает вместе с биотехнологией, а количество участников OpenBio увеличивается с каждым годом», — сказал С. В. Нетёсов.

Основатель и руководитель площадки открытых коммуникаций OpenBio **Юлия Андреевна Линюшина**, приветствуя участников и гостей форума во время торжественного открытия, отметила, что ученые всегда служат источником вдохновения, а также зачитала стихотворение собственного сочинения, посвященное исследователям.

В рамках форума OpenBio на экспертной дискуссии «(м)РНК-технологии — но-

вая эра биомедицины» ученые ведущих научных центров обсудили разработки в области мРНК для терапии онкологических и генетических заболеваний.

По словам научного руководителя и врио директора НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН академика **Евгения Лхамцыреновича Чойнзонова**, мРНК-препараты сегодня широко применяются в лечении онкологии, многие из них уже находятся на первой-третьей стадиях клинических испытаний.

«Противоопухолевые мРНК-вакцины уже доказали свою эффективность как новый вид иммунной терапии. Они сейчас интенсивно разрабатываются во всем мире и в нашей стране. Регуляторные мРНК, малые интерферирующие мРНК обладают трансляционным потенциалом и могут быть исследованы как терапевтические средства. Заместительная мРНК-терапия и циркулирующие мРНК способны стать следующей вехой в области разработки терапевтических мРНК-вакцин, — рассказал Евгений Чойнзонов. — На мой взгляд, развитие противоопухолевой мРНК-терапии возможно и в Сибирском федеральном округе. Для этого есть научная база с профессиональными коллективами, инфраструктура для доклинических исследований, клиническая база федеральных медицинских центров, опыт регистрации противоопухолевых лечебных средств, лицензия на производство, потенциал для создания системы полного цикла. Таким образом, я, как практический онколог, вижу большой потенциал для разработки этого вида лечения».

Ректор Новосибирского государственного университета член-корреспондент РАН **Дмитрий Владимирович Пышный** отметил важность технологии для будущего медицины и акцентировал, что, вследствие многогранности и непредсказуемости мРНК, особое внимание стоит уделять изучению возможных побочных эффектов. «Технология новая, она активно проявила себя именно в ковидную эпоху, одновременно с этим пошли дискуссии о том, что у нее есть побочные эффекты. Практически со всеми терапевтическими кислотами нужно быть предельно осторожными, внимательными, а поскольку нуклеиновая кислота — вещь многогранная, она довольно часто реагирует непредсказуемым образом. В данном случае, когда мы имеем дело с полимерными нуклеиновыми кислотами, особенно мРНК, возникают еще более значимые вопросы с биологической точки зрения», — подчеркнул ученый. Он добавил, что НГУ готов интегрировать опыт исследователей в свои образовательные программы, чтобы выпускники университета всесторонне осознавали проблематику работы с мРНК, ее технологические и клинические особенности.



Участники экспертной дискуссии

Директор Научно-исследовательского института молекулярной биологии и биофизики ФИЦ фундаментальной и трансляционной медицины член-корреспондент РАН **Валентин Андреевич Вавилин** рассказал об использовании препаратов на основе нуклеиновых кислот для персонализированного воздействия на аномально функционирующие гены.

«На протяжении последних трех-четырех десятилетий после того, как стала очевидна ключевая роль факторов сигнальной трансдукции (молекулы, которые обеспечивают передачу и преобразование внешнего стимула внутри клетки. — *Прим. ред.*) и транскрипционных факторов, онкогены и онкосупрессоры приобрели в онкологических исследованиях доминирующую роль. Среди них особенное внимание привлекают гены, относящиеся к семейству KRAS, в силу того, что именно они и их мутации присутствуют в большом количестве разнообразных опухолей (87 % аденокарцином поджелудочной железы, рак толстого кишечника, рак легкого)», — отметил Валентин Вавилин.

Ученые ФИЦ ФТМ реализуют проект, цель которого — разработать мРНК-технологии, конструкцию sa-РНК и средство ее доставки для эффективного подавления экспрессии генов KRAS *in vitro* и *in vivo*. Сейчас идет создание систем доставки на основе аполипопротеина A1 (АпоА-1) — основного белкового компонента липопротеинов высокой плотности. Исследования уже показали, что комплекс АпоА-1 с доксорубицином обладает большей эффективностью в сравнении со свободным доксорубицином при подавлении роста карциномы у мышей. Кроме того, биологи изучили проникновение в клетки меченного АпоА-1 и выяснили: 99 % опухолевых клеток захватывают этот белок. В дальнейшем ученые ФИЦ ФТМ планируют в сотрудничестве с Институтом физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН разработать средства доставки препаратов для онкотерапии на основе липонаночастиц с АпоА-1.

Заведующий лабораторией геномного редактирования Института химической биологии и фундаментальной медицины им. Д. Г. Кнорре СО РАН кандидат химических наук **Григорий Александрович Степанов** рассказал, что ученые ИХБФМ разрабатывают технологию синтеза искусственных мРНК. Возможные варианты применения этой технологии: мРНК для геномного редактирования, мРНК-вакцины и терапевтические мРНК. Так, в институте создается трехвалентная мРНК-вакцина, которая приводит к формированию вирусоподобных частиц и защищает мышей от гетерологического вируса гриппа А.

Заместитель директора по научной работе НИИ онкологии ТНИМЦ РАН, заведующий лабораторией биологии опухолевой прогрессии доктор биологических наук **Евгений Владимирович Денисов** в своем докладе затронул проблемы развития производственного комплекса. Производственная цепочка сталкивается с трудностями на каждом шагу. «Первый этап — конструирование матрицы — осложнен отсутствием открытых протоколов сборки ДНК-конструкций, из-за чего специалисты вынуждены учиться самостоятельно. Второй этап — синтез ДНК-матриц — фактически полностью зависит от зарубежных поставщиков: российские компании отправляют заказы в Китай и другие страны, что увеличивает срок разработки до четырех месяцев. Не все пациенты могут ждать так долго. Финальные стадии — синтез мРНК и упаковка — упираются в дефицит чистых помещений и специализированных реактивов», — прокомментировал Евгений Денисов.

Чтобы решить эти задачи, создается консорциум «Сибирский центр РНК-технологий», включающий научный, производственный, клинический блоки и образовательное направление. Соглашение уже разработано, а к клиническим испытаниям препаратов против мелкоклеточного рака легкого планируется перейти в 2027–2028 годах. Конечная цель проекта — создание собственной производственной площадки.

Проблемам разработки siРНК-препаратов было посвящено выступление главного научного сотрудника лаборатории биохимии нуклеиновых кислот ИХБФМ СО РАН доктора биологических наук **Елены Леонидовны Черноловской**. «Малые интерферирующие РНК (siРНК) представляют собой короткие дуплексы, которые в клетке образуют комплекс с белками RISC. Он распознает специфические последовательности матричной РНК и расщепляет их. Это обеспечивает высокую точность действия и низкую токсичность, используя природный механизм организма. Однако сами по себе немодифицированные молекулы РНК слишком хрупкие: они быстро разрушаются ферментами и не могут самостоятельно проникнуть внутрь клетки. На сегодняшний день уже девять препаратов на основе этой технологии разрешены для клинического применения, при этом семь из них используют систему доставки через биоконъюгаты (гибридные молекулы, которые получают путем ковалентного связывания двух или более молекул разной природы. — *Прим. ред.*)», — объяснила Елена Черноловская.

Чтобы превратить siРНК в эффективное лекарство, ученые вынуждены усложнять ее химическую структуру. Исследования показали, что полная модификация критических участков цепи значительно повышает биологическую активность и длительность действия препарата. Чтобы избавиться от стандартных фосфоротиоатных связей, которые иногда ингибируют работу молекул, исследователи предложили использовать мезильную модификацию. Она оказалась эффективнее предшественников: защищает препарат от разрушения и продлевает его действие.

Старший научный сотрудник лаборатории биологии опухолевой прогрессии НИИ онкологии ТНИМЦ РАН кандидат медицинских наук **Марина Ринатовна Патышева** сообщила о разработке персонализированной мРНК-вакцины для лечения немелкоклеточного рака легкого. По ее словам, существующие методы, включая иммунотерапию контрольных точек, показывают недостаточную эффективность при этом агрессивном заболевании.

«Мы сосредоточились на персонализированном подходе, так как он показал наибольшую эффективность. Сейчас у нас идет работа по двум трекам: тестирование специфичности вакцины *ex vivo* на клетках пациента и доклинические исследования на мышиной модели. Долгое время проект простаивал из-за ожидания ДНК-матриц из-за рубежа, но сейчас мы локализовали синтез. Коллеги из Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор» совместно с Томским НИИ онкологии уже получили первый вариант препарата», — поделилась Марина Патышева. Цель проекта — перенести передовую биотехнологическую платформу на российскую площадку, чтобы в перспективе сделать этот вид терапии доступным для пациентов бесплатно через систему ОМС.

**Кирилл Сергеевич,
Диана Хомякова,
Ирина Баранова**
Фото авторов

Ондулятор для станции «Микрофокус» ЦКП СКИФ готов к установке на ускорительное кольцо

Для пользовательской станции «Микрофокус» ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов», предназначенной для решения задач геологии, геофизики и материаловедения, в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН разработали, изготовили и испытали ондулятор с рекордными параметрами.

Специалистам удалось достигнуть уровня магнитного поля 1,35 Тесла при магнитном периоде 15,6 мм. Полученный уровень магнитного поля в устройстве превышает не только его проектные параметры для синхротрона СКИФ, но и в целом делает его единственным подобным в мире. Планируется, что ондулятор будет установлен на ускорительное кольцо ЦКП СКИФ в конце 2026 года.

Главная характеристика любого источника синхротронного излучения — его яркость. Для ее повышения в свое время физики разработали специальные вставные сверхпроводящие устройства — вигглеры. Позже появились сверхпроводящие ондуляторы — подвид вигглера с принципиально иными спектральными свойствами излучения. В зависимости от типа устройства яркость СИ увеличивается либо пропорционально числу магнитных полюсов (вигглер), либо квадрату числа магнитных полюсов (ондулятор). Для первых станций ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов» ИЯФ СО РАН разработали и изготовили пять сверхпроводящих вставных устройств — три вигглера и два ондулятора.

«Конструктивно эти приборы идентичны и представляют собой последовательность небольших дипольных магнитов, которые отклоняют летящий через них пучок, — прокомментировал младший научный сотрудник ИЯФ СО РАН **Фёдор Павлович Казанцев**. — Пучок летит змейкой и на каждом повороте излучает СИ. Отличие в следующем: интенсивность СИ, полученная из вигглера, прямо пропорциональна количеству магнитных периодов в нем. Однако если добиться определенного соотношения периода структуры и амплитуды магнитного поля, то интенсивность излучения от каждого из полюсов будет складываться квадратичным образом, и тогда такое устройство называется ондулятор. Также спектр излучения от вигглера и ондулятора разный, поэтому разным пользовательским станциям нужны разные вставные устройства, в зависимости от используемых методик и изучаемых объектов».

Для станции «Микрофокус» был изготовлен 128-периодный сверхпроводящий ондулятор с очень коротким магнитным периодом — всего 15,6 мм. Период в ондуляторе — это расстояние между двумя соседними элементами периодической магнитной структуры, создающей поперечное знакопеременное магнитное поле, благодаря которому электроны и приобретают волнообразную траекторию. Чем меньше период, тем меньше длина волны, то есть жестче спектр излучения. Также в процессе испытаний в жидком гелии был достигнут рекордный уровень магнитного поля 1,35 Тесла. Объединить два эти

параметра в одной установке было сложной технологической задачей. Этого удалось достичь благодаря высококлассной работе специалистов экспериментального производства ИЯФ СО РАН.

Ондулятор, разработанный в ИЯФ СО РАН, представляет собой двухметровый алюминиевый каркас, на котором в определенном порядке расположены 256 магнитных катушек. «В работе по созданию ондулятора с такими параметрами важен каждый элемент и каждый технологический этап, — пояснил Фёдор Казанцев. — Например, геометрические ошибки поверхности каркаса составляют порядка 20 микрон при общей длине изделия два метра. Производить такие детали отлично умеют наши коллеги на экспериментальном производстве, это их часть работы. Наша задача — изготовить 256 одинаковых магнитных катушек. Катушка состоит из железного керна и сверхпроводящей обмотки из ниобий-титана. Длина сверхпроводника в одной катушке около 20 метров. Чтобы намотать одну катушку, нужно от полутора до трех часов. После этого катушка запекается в печи. Проблема здесь в том, что катушки всё равно получают чуть-чуть разные по характеристикам, и нужно было придумать, как отбраковать самые выбивающиеся и как расставлять оставшиеся. Была поставлена задача измерения магнитного поля каждой из них до того, как они будут установлены в каркас».

Специалисты ИЯФ СО РАН разработали метод такого измерения и устройство. «Получив массив данных с магнитными полями катушек, мы пересортировываем их в определенном порядке, — прокомментировал Фёдор Казанцев. — Катушки выставляются таким образом, чтобы амплитуды соседних полюсов были наиболее близкими друг к другу. В таком случае выполняется условие одинаковости амплитуд, которая нужна для корректной и эффективной работы ондулятора. Благодаря таким предварительным измерениям катушек мы упрощаем дальнейшую коррекцию магнитного поля ондулятора после сборки и включения, а также выявляем катушки с сильно выбивающимися параметрами (и не используем их, соответственно)».

Наличие такого ондулятора на станции «Микрофокус» ЦКП СКИФ позволит использовать все возможности электронного пучка с экстремально малым эмиттансом — одним из параметров, который определяет уровень яркости СИ. «На синхротроне СКИФ будут проводиться синхротронные исследования на переднем крае науки, они станут возможными в том числе благодаря нашим ондуляторам», — сказал Фёдор Казанцев.

Пресс-служба ИЯФ СО РАН

Ученые описали новый подвид снежного барана

Международный коллектив исследователей, в состав которого вошли ученые ФИЦ животноводства им. ак. Л. К. Эрнста и Института биологических проблем криолитозоны ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», по результатам геномных исследований и анализа исторических документов получил научные данные, подтверждающие генетическую обособленность хараулахской популяции снежного барана и позволяющие выделить ее в отдельный подвид. Результаты исследования опубликованы в журнале *Ecology and Evolution*.

«Полученные результаты представляют собой первую полногеномную реконструкцию эволюционной истории снежных баранов и закладывают генетические основы для разработки эффективных программ охраны этого важнейшего национального генетического ресурса восточных регионов Крайнего Севера», — подчеркнула директор ФИЦ ВИЖ им. ак. Л. К. Эрнста академик **Наталья Анатольевна Зиновьева**.

Снежный баран (*Ovis nivicola* Eschscholtz, 1829) — вид копытных, населяющий горные районы северо-востока Сибири. Таксономическая структура вида до недавнего времени оставалась дискуссионной. В частности, предполагалось, что на территории северной и центральной Якутии обитает один подвид — *O. n. lydekkeri*.

Однако проведенные полногеномные исследования образцов, собираемых в течение более десяти лет на всем ареале распространения вида, продемонстрировали, что самая северная популяция снежного барана в Якутии, населяющая Хараулахский хребет, имеет иное генетическое происхождение.



Снежные бараны на Хараулахском хребте, 2021 год

Хараулахская популяция, вероятно, представляет собой потомков группы снежных баранов, которая сохранилась в районе современного залива Тикси во время ледникового периода, когда значительная часть Верхоянского хребта была покрыта

льдом и стала непригодной для обитания. После отступления ледников хараулахская популяция начала распространяться на юг, в том числе на хребет Орулган, где впоследствии произошло вторичное смешение северной и южной генетических линий.

«На основании полученных данных предложено выделить хараулахского снежного барана в отдельный подвид под научным названием *Ovis nivicola ernsti*. Это название дано в честь академика **Льва Константиновича Эрнста** (1929–2012), который сыграл важную роль в инициировании этого направления исследований, был научным руководителем нескольких авторов статьи, а также в честь которого назван Федеральный исследовательский центр животноводства, где проводились основные генетические исследования снежных баранов», — отметил ведущий научный сотрудник лаборатории функциональной и эволюционной геномики животных ФИЦ ВИЖ им. ак. Л. К. Эрнста кандидат биологических наук **Арсен Владимирович Доцев**.

Исследование проведено в рамках проектов Российского научного фонда. Авторы выражают благодарность Клубу горных охотников и лично **Эдуарду Бендерскому** за предоставление образцов для исследований.

Пресс-служба РАН
Фото Сергея Пономаренко

Найден способ извлекать ценные металлы из труднообогатимых руд

Красноярские ученые выяснили, как эффективно извлекать ценные компоненты из валлериита — сложного слоистого минерала, который встречается в норильских рудах, но плохо поддается обогащению. Обычно этот минерал терялся в отходах обогатительных фабрик, но новый подход позволит извлекать из него до 80 % металла. Результаты исследования опубликованы в журнале *Minerals Engineering*.

Валлериит — это редкий минерал со слоистым строением и богатым химическим составом. Он имеет важное промышленное значение благодаря высокому содержанию ценных металлов. Наиболее крупные промышленные месторождения валлериита расположены в Западной Сибири: в частности, в Норильском рудном районе и Кингашском рудном узле. В этих рудах валлериит служит важным носителем меди, никеля и платиновых металлов. Однако обогащение валлериитсодержащих руд сталкивается с серьезными технологическими проблемами из-за уникальной кристаллической структуры валлериита, напоминающей слоеный пирог с чередующимися сульфидными и гидроксидными слоями, которые проявляют различные свойства по отношению к растворам реагентов. В результате валлериит теряется в отходах, снижая эффективность извлечения меди и никеля и делая руды экономически нерентабельными для переработки.

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» совместно с коллегами из Сибирского федерального университета выяснили, как можно эффективно добывать медь из валлериита. Специалисты установили, что извлечение ценных металлов из такой руды можно улучшить при помощи кислой среды. Она изменяет поверхностные свойства минерала за счет частичного растворения гидроксид-



Медистый валлериит

ных слоев минерала и доступа реагентов к богатым медью сульфидам. Такой подход позволил извлечь до 59 % меди без предварительной обработки и до 80 % после дополнительной обработки сернистым натрием. При этом в щелочной среде извлечение оставалось на уровне 10–15 %.

«Наша команда показала, что плохая флотуемость валлериита — это не приговор, а всего лишь особенность его поверхностной химии, которую можно обратить себе на пользу», — комментирует

старший научный сотрудник Института химии и химической технологии ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат химических наук **Роман Сергеевич Борисов**. — Мы детально изучили, как ведут себя природные образцы этого минерала, и показали: управляя кислотностью среды, можно снимать гидрофильную оболочку, открывая прямой доступ реагентам к ценным сульфидам. Да, лабораторная гидротермальная обработка пока выглядит энергозатратной для практического использования на обога-

тельных фабриках, но главный вывод уже сделан: даже одно лишь подкисление без сложной предварительной подготовки дает колоссальный рост извлечения. Теперь наша задача — оптимизировать температурные режимы и параметры процесса, чтобы эта технология стала экономически выгодной и легко встроилась в реальные производственные цепочки обогатительных фабрик».

«Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия и циклическая вольтамперометрия позволили нам оценить состояние поверхности валлериита на глубину порядка нескольких нанометров», — добавляет заведующий лабораторией гидрометаллургических процессов Института химии и химической технологии ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат химических наук **Максим Николаевич Лихацкий**. — Мы подтвердили, что медь на поверхности минерала находится в сульфидной форме и остается электрохимически активной именно в кислой среде. Также мы явно увидели увеличение вклада сульфидной серы и меди после гидротермальной обработки в среде сульфида натрия, что является ключевым изменением в состоянии поверхности, необходимым для повышения извлечения меди».

Группа научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН
Фото Анастасии Тамаровской

Ученые выяснили, почему в Забайкалье идеально сохранились остатки рыб мелового периода

Тафономический анализ рыб раннего мелового периода (около 124 миллионов лет назад), найденных в геологическом разрезе на реке Турга (обнажение Миддендорфа в Восточном Забайкалье), впервые провели ученые Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН и Новосибирского государственного университета. На основании различий в сохранности рыб и составе совокупностей окаменелых остатков ископаемых растений и животных специалисты реконструировали особенности захоронений организмов в этом палеоозере.

В результате всех этих процессов сформировался Тургинский лагерштетт — знаменитый раннемеловой геологический и палеонтологический памятник в Восточном Забайкалье, впервые исследованный в середине XIX века. Находки ископаемой биоты отсюда известны с 1846 года, после экспедиции путешественника и ученого **Александра Фёдоровича Миддендорфа**. Местонахождение относится к раннемеловому периоду (около 125 млн лет). Найденные на нем окаменелости характеризуются исключительной сохранностью: у ископаемых рыб отлично сохраняются скелет, все кости черепа и чешуя, а у рачков-конхостраков — хитиновый скелет и кладки с яйцами.

Выявление факторов, влияющих на высокую сохранность обитателей конкретных палеоводоемов, поможет ученым в изучении других лагерштеттов, где данные факторы также могут действовать, а также в исследовании палеоозер, где влияние на сохранность остатков древней флоры и фауны оказывают другие факторы.

«Если в каком-либо палеоозере хорошо захоранивались одни позвоночные, есть вероятность, что могут сохраниться другие — такие как, например, черепахи, динозавры, птерозавры и другие, которые могли разными путями и при различных обстоятельствах попасть в данный водоем. Поэтому, выявив факторы, влияющие на хорошую сохранность рыб, можно предсказать, что в этом же месте есть вероятность найти и других представителей животного мира мелового периода, — пояснил инженер научно-образовательного центра НГУ «Эволюция Земли», младший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН **Всеволод Данилович Ефременко**.

Он подчеркнул, что тафономические исследования лагерштеттов в России и в мире проводятся довольно редко, не проводились они ранее и для Тургинского лагерштетта, хотя история его изучения насчитывает 180 лет. Насчет уникальной сохранности рыб и беспозвоночных существовали лишь предположения, не основанные на анализе конкретного материала и обращении к экспериментальным данным. Новосибирские ученые взяли крупную выборку палеонтологических образцов, применили современные методики, сравнили результаты с экспериментами по захоронению рыб и привлекли собственные данные об этом палеоозере, чтобы восстановить условия, которые действовали в этих местах 125 миллионов лет назад.

«Во второй половине прошлого века в связи с открытием нескольких местонахождений, богатых ископаемыми рыбами, в США и Германии активно проводились контролируемые эксперименты над остатками рыб, при которых палеонтологи старались выявить влияние таких факторов, как температура, давление, соленость воды, на скорость разложения тел рыб. Изучению подвергалось и явление посмертного всплытия рыб. Было выявлено, при каких условиях погибшая рыба всплывает на поверхность, а в каких погружается на



В. Д. Ефременко

дно. Впоследствии эти данные сравнивались с тем, что мы наблюдаем в геологических слоях. Данные об экспериментах и гигантский объем ископаемых рыб с мезозойских и кайнозойских местонахождений мира стали теоретической основой нашего исследования», — рассказал Всеволод Ефременко.

При изучении обширной коллекции ископаемых рыб из Тургинского лагерштетта ученые обращали внимание на полноту скелета и его сохранность, отмечая степень сочленения костей или их разбросанность по субстрату, положению чешуи и наличию поблизости других рыб, беспозвоночных или других ассоциаций, полезных для установления особенностей захоронения. Также рассматривался размер рыб — это важно для установления сезона захоронения и реконструкции палеопопуляции.

Для реконструкции климата на территории исследуемого палеоозера ученые использовали полученные ранее данные споропыльцевого анализа и седиментологии, указывающие, как происходило осадконакопление — быстро или медленно, на удаленной части от берега и на близкой к нему. Также специалисты применили методы органической геохимии, ранее изучив органическое вещество, оставшееся в породах со времен мезозоя.

«Существует зависимость между скоростью разложения рыбы и температурой воды палеоозера. Если оно теплое, погибшая рыба всплывает брюхом вверх из-за накопления газов, которые являются продуктами деятельности бактериального разложения. В зависшем в толще воды состоянии она начинает разлагаться. Процесс начинается с головы, и рыба сначала теряет кости черепа. Когда процесс разложения достигает брюшной области, рыба падает на дно. В таком случае у нее очень мало шансов сохраниться в ископаемой летописи. Что удивительно, в нашей выборке палеонтологического материала не было рыб, которые демонстрировали

бы длительное разложение в толще воды или длительное разложение вообще. Это значит, что погибшая рыба не всплывала, а сразу же падала на дно и там какое-то время лежала на субстрате. Мы обнаружили образцы с несколькими рыбами разной степени сохранности в пределах одного миллиметрового слоя. Это значит, они падали на дно последовательно и быстрого захоронения не происходило. Они некоторое время просто лежали на дне и, скорее всего, медленно разлагались. Значит, действовал какой-то фактор, который мог препятствовать быстрому разложению рыб в данном палеоозере. По данным экспериментов эти факторы хорошо известны: температура, соленость воды, уровень ее pH и глубина палеоозера», — прокомментировал Всеволод Ефременко.

Исходя из состава фауны, а именно личинок насекомых (поденок) и ракообразных (филлопод), ученые сделали вывод, что палеоозеро было неглубоким, так как эти животные обитали только в относительно мелководных водоемах. В пользу этой гипотезы свидетельствовало и большое количество не крупных рыб, наличие микрофауны, данные седиментологии и органической геохимии. Вероятно, Тургинское палеоозеро было обширным по площади, но его глубина не превышала 15 метров и, следовательно, не являлась фактором, влияющим на посмертное погружение рыб на дно.

Данные споропыльцевого анализа свидетельствуют об умеренном теплом климате, переходном к субтропическому. В таких условиях в летнее время легко достигаются температуры, достаточные для разложения рыбы в толще воды (16–18 °C), но ученые находят захоронения рыб вместе со слоями, забитыми раковинами ракообразных. Подобные захоронения раковин могут возникать только в летний период, потому что именно в это время года данные беспозвоночные переживают пик численности. В пользу гипотезы свидетельствует и наличие

в захоронениях большого количества мальков.

«Экспериментально показано, что при выветривании вулканических пород могут образовываться щелочи, попадающие впоследствии в палеобассейн и влияющие на химизм его вод. Основание Тургинского палеоозера, а если точнее — впадина, в которой оно находилось, сложено щелочными базальтами. Вероятно, при их выветривании озеро наполнялось щелочами, что формировало определенную геохимическую среду, в которой рыбы могли захораниваться с высокой степенью сохранности даже в летнее время. Удивительно, но ранее в тафономических моделях для подобных палеоозер этот фактор не рассматривался. Мы в работе столкнулись с противоречием — рыбы в слоях с ракообразными сохранялись не должны были вообще, но в нашем случае они почему-то сохранились. К тому же уровень pH воды неплохо согласуется с данными о геологическом строении впадины Тургинского палеоозера и результатами тафономических экспериментов, показавшими, что при уровне pH воды, равном 8,6, мертвая рыба не всплывает, а лежит на дне на протяжении более месяца, почти не разлагаясь. Косвенным признаком того, что в Тургинском палеоозере уровень pH был высоким, свидетельствует очень высокая численность ракообразных — филлопод, которые достигают максимальной численности именно в щелочной воде. В пресной или кислой воде она снижается вплоть до исчезновения», — раскрыл подробности Всеволод Ефременко.

В результате исследования ученые выявили не только летние захоронения, содержащие рыб, ракообразных с остатками мальков и насекомых, но, вероятно, и зимние, состоящие преимущественно из крупных рыб очень хорошей сохранности, лишенных соседства беспозвоночных и насекомых.

«Итак, мы установили, что главными факторами, отвечающими за высокую степень сохранности представителей фауны мелового периода в Тургинском палеоозере, является отсутствие гидродинамического воздействия, дефицит кислорода в придонном слое и щелочность воды. Важным фактором сохранности является отсутствие длительного посмертного нахождения рыбы в толще воды. В исследуемом нами древнем водоеме зимой всплытию тел мертвых рыб препятствовала низкая температура воды, а в теплое время года посмертное их всплытие предотвращал повышенный уровень pH. Поверхности напластования, содержащие раковинные мостовые из конхостраков *Eosestheria middendorffii*, накапливались в летний период. В них мы во множестве находим остатки рыб небольшого размера. Более крупные рыбы были захоронены во время осеннего и зимнего сезонов. Рядом с ними беспозвоночных не наблюдается», — резюмировал Всеволод Ефременко.

Исследование проводилось при поддержке гранта РНФ (№25-77-10059).

ВАКАНСИЯ

Механико-математический факультет Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантной должности заведующего кафедрой высшей математики механико-математического факультета.

Требования к кандидатам: высшее профессиональное образование, наличие ученой степени и ученого звания, стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет.

Срок подачи документов — один месяц со дня опубликования объявления.

Документы подавать по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, к. 4112, деканат ММФ; тел. 363-40-20.

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели!

Редакция «Науки в Сибири» переехала на Морской проспект, 2. Стойка с номерами газеты осталась по прежнему адресу — проспект Ак. Лаврентьева, 17. Обращаем ваше внимание, что вход в здание на Морском проспекте, 2 режимный, для посещения редакции необходимо договариваться о встрече по тел. (383) 238-34-37 и иметь при себе документ, удостоверяющий личность.



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

Сайт «Науки в Сибири» www.sbras.info

ВОПРОС УЧЕНОМУ

Способна ли ДНК лекарств на основе нуклеиновых кислот встраиваться в наш геном?

Существует миф, что препараты на основе нуклеиновых кислот способны изменить состав генома. Правда ли это?

Отвечает директор Института химической биологии и фундаментальной медицины им. Д. Г. Кнорре СО РАН доктор химических наук **Владимир Васильевич Коваль:**

«Очень не хочется на такой вопрос отвечать коротко — “да” либо “нет”. Препараты на основе нуклеиновых кислот не способны встраиваться в геном в рамках тех знаний, которые у нас сейчас есть.

Наш геном — это большая историческая сокровищница, которая на около 10 % состоит из вставок древних эндогенных ретровирусов. Мы знаем, что и сейчас есть ретровирусы, которые способны встраивать свой геном в геном хозяина. Самый характерный из них — это вирус иммунодефицита человека, геном которого невозможно легко извлечь из генома человека. Соответственно, ВИЧ-пациенту приходится всю жизнь принимать терапию, которая подавляет вирус в организме почти до нуля. Это достаточно тяжелая терапия, потому что она представляет собой смесь ингибиторов ключевых вирусных ферментов, она токсична для организма, а также требует ежедневного приема лекарств.

Соответственно, есть примеры, что некоторые вирусы могут встроиться в наш геном, но никаких примеров того, что нуклеиновые кислоты сами по себе способны на это, нет. Наши клетки имеют базовые механизмы защиты от чужеродных нуклеиновых кислот. Каждый день с пищей мы потребляем много ДНК, но она расщепляется и не встраивается в наш геном.

Сейчас ученые могут воздействовать на геном и что-то в него вставлять или убирать. Появились системы редактирования



генома CRISPR-Cas, которые были исходно открыты как защитный механизм бактерий от их вирусов — бактериофагов. Технология пришла в лаборатории, где ученые научились выключать определенные гены в ДНК. Затем появилось второе поколение технологии редактирования генома — прайм-редактирование ДНК, которое не разрывает ДНК целиком, а надрезает одну цепь и сразу синтезирует новый участок по заданной матрице. Мы можем менять некоторые нуклеотиды в нашей ДНК прямо внутри организма, но эти изменения затрагивают лишь отдельные клетки и не передаются по наследству.

Одним из препаратов на основе нуклеиновой кислоты, направленных на доставку генетического материала в клетку, является «Золгенсма» — лекарство от спинально-мышечной атрофии, появившееся в России в 2022 году. Это аденоассоциированный вирус, несущий ген, который при попадании в организм

человека экспрессируется в нем и синтезирует функционально полноценный белок SMN1 (Survival Motor Neuron — белок выживания мотонейронов), жизненно необходимый для работы нервных клеток, управляющих мышцами. Благодаря нему человек ведет нормальную жизнь, несмотря на то, что его собственный ген SMN1 поврежден. Однако это лекарство не способно встроиться в наш геном.

Доказательств того, что синтетические нуклеиновые кислоты могут встраиваться в наш геном, нет. Чтобы этого добиться, нужны были бы огромные усилия. На текущем уровне знаний, я полагаю, это невозможно».

Подготовила Алёна Снегирева,
студентка направления
«Журналистика» ГИ НГУ

Изображение
сгенерировано нейросетью

Как одноклеточные организмы принимают решение без мозга?

Принимать решения без мозга — звучит как фантастика. Но для одноклеточных это реальность. В чем же их секрет?

Отвечает заведующая лабораторией микологии, альгологии и лихенологии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН кандидат биологических наук **Анастасия Владимировна Власенко:**

«Одноклеточные не думают в нашем смысле — у них нет нейронов. Их решения — это биохимические цепочки: молекула-стимул касается рецептора на мембране, внутри запускается каскад реакций, и клетка меняет движение. Это рефлекс, но на молекулярном уровне — быстрее и проще, чем работа мозга.

Самый яркий пример — слизевик *Physarum polycephalum*. Он представляет собой огромную клетку без единого нейрона, которая прокладывает кратчайший путь между источниками пищи, как транспортная сеть. Также он запоминает опасные места за счет перераспределения кальция внутри себя — своего рода молекулярная память, которая держится до получаса.

Так что решение без мозга — это чистая физика и химия, отточенная эволюцией.



Клетка не выбирает осознанно, но ее отклики на среду выглядят как разумные просто потому, что за миллиарды лет природа научила одноклеточные организмы правильно реагировать без лишних органов».

Подготовила София Скрипко,
студентка УрФУ

Иллюстрация
сгенерирована нейросетью