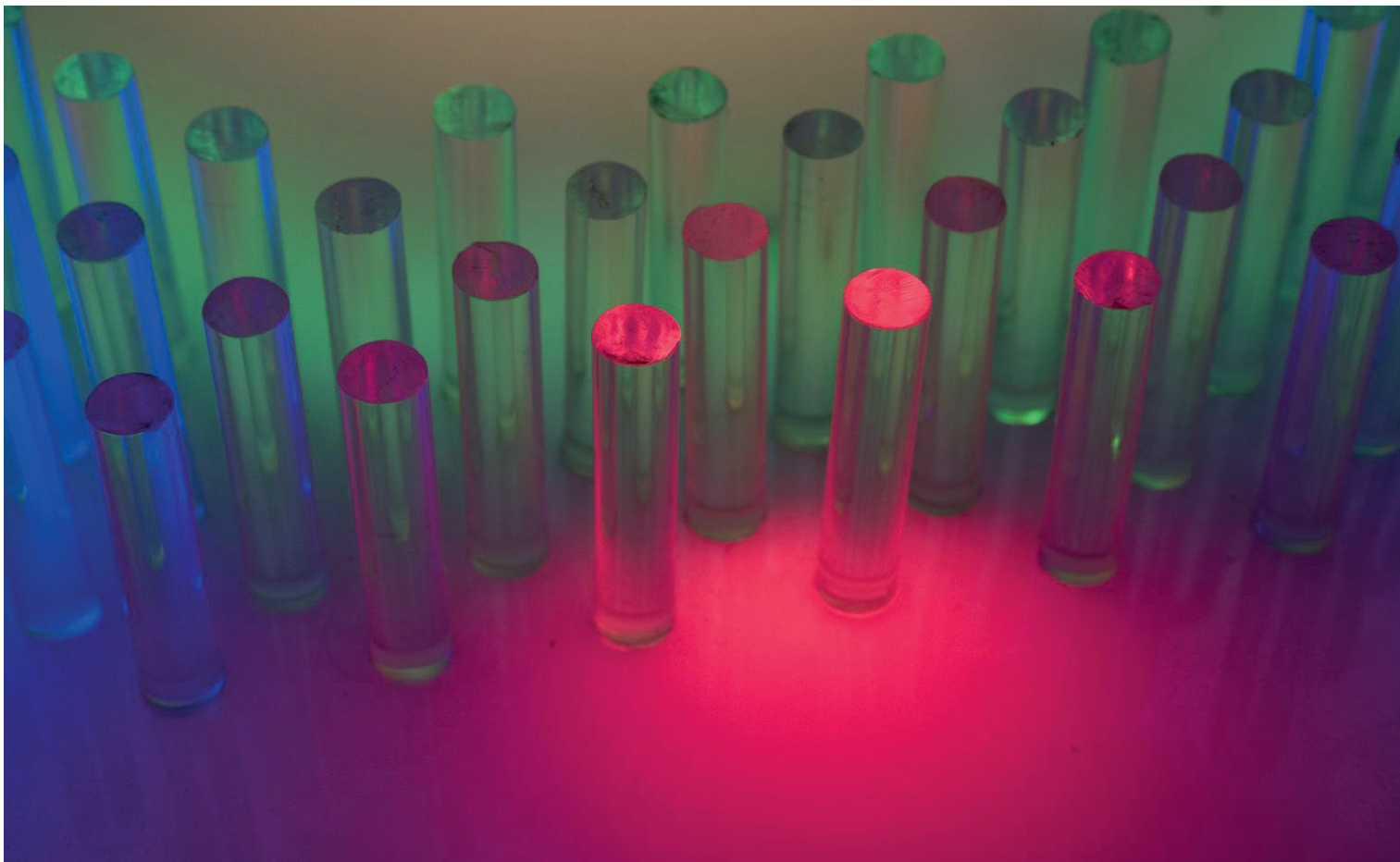




Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 3 августа 2023 года • № 31 (3392) • 12+

Да будет свет: ученые создают и изучают умные люминесцентные материалы



Читайте на стр. 5

Новость

Сибирские археологи опубликовали новый виртуальный тур в грот Тешик-Таш

Опубликован новый виртуальный тур (<https://3darchaeology.ru/3d-tour/teshik-tash/>) из серии путешествий по знаменитым памятникам каменного века Центральной и Северной Азии. Объект, куда предлагается отправиться на этот раз, крайне труднодоступен до сих пор — это грот Тешик-Таш в Узбекистане, где академик **Алексей Павлович Окладников** обнаружил погребение неандертальского ребенка, впервые найденное столь далеко в Азии.

До этой находки выдающегося советского археолога А. П. Окладникова, сделанной в конце 1930-х годов, культуру неандертальцев связывали в основном с европейскими археологическими памятниками, поэтому находка стала сенсационной. Из периферии Центральная Азия всё более превращалась в один из ключевых для древнейшей истории человечества регионов.

Захоронение ребенка, жившего 30–40 тысяч лет назад, сопровождало несколько рогов архара, установленных когда-то в форме круга, — общая картина говорит

о наличии у «азиатских» неандертальцев зачатков ритуальной деятельности. В культурных слоях памятника, которые пока условно датируются между 57 и 24 тысячами лет назад, было найдено множество каменных орудий и отходов их производства, а также кости животных. Многие десятилетия Тешик-Таш определял восточную границу ареала распространения неандертальцев на палеолитической карте Евразии, до тех пор, пока останки неандертальцев не были обнаружены на две тысячи километров восточнее, на Горном Алтае. И до сих пор материалы, полученные Окладниковым в 1938–1939 годах при раскопках в гроте Тешик-Таш, дают исследователям важнейшую информацию о том, какие технологии расщепления камня использовались неандертальцами Средней Азии, как они организовывали свое жилое пространство, как обращались с умершими.

Виртуальное путешествие в грот Тешик-Таш подготовлено командой Института археологии и этнографии СО РАН при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

в рамках проекта «Тропой тысячелетий: виртуальные путешествия по памятникам каменного века Центральной и Северной Азии». Знакомиться с необычной природой Узбекистана и местом обитания отдаленных предков современного человека все желающие смогут вместе с исследователями — участниками международной экспедиции, которая в 2022 году в очередной раз вернулась в Тешик-Таш, чтобы найти ответы на разнообразные вопросы, которые ставит этот памятник. Видеорассказы исследователей включены в виртуальный тур, их также можно посмотреть (<https://www.youtube.com/watch?v=rQeP8ET6lel>) в формате короткометражного фильма.

Впереди у проекта «Тропой тысячелетий...» еще три путешествия: глазами археологов можно будет увидеть легендарные пещеры Денисову и Окладникова, а также обнаруженный недавно памятник Сурунгур в Киргизии. Коллекцию оцифрованных археологических памятников планируется пополнять и дальше.

Пресс-служба ИАЭТ СО РАН

Новость

«Наука в Сибири» заняла четвертое место в рейтинге научно-популярных медиаресурсов

Официальное издание СО РАН «Наука в Сибири» вошло в Топ-15 самых цитируемых медиа научно-популярной тематики за второй квартал 2023 года. Рейтинг построен по расчетам компании «Медиадиагностика».

Первые три места в рейтинге занимают издания Naked-science (индекс цитирования 26,62), Nplus1 (20,01) и «Наука ТАСС» (19,70). На четвертом месте «Наука в Сибири» (15,23), а на пятом «Моя планета» (13,10).

«Официальное издание СО РАН сохранило высокие позиции во всероссийском рейтинге самых читаемых и цитируемых медиаресурсов научно-популярной и образовательной тематики. Это особенно важно в преддверии 300-летия Российской академии наук и в связи с необходимостью усиления роли науки в решении важных задач страны. Приятно, что наша газета входит в пятерку лидеров всероссийских ресурсов. Мы стараемся, чтобы издание было доступно и интересно не только ученым, но и широкому кругу читателей разных профессий и интересов. Планируем и дальше концентрировать усилия на популяризации научных знаний и достижений Сибирского отделения РАН», — комментирует главный научный секретарь СО РАН член-корреспондент РАН **Андрей Александрович Тулупов**.

НВС

Награды

За вклад в развитие науки и многолетнюю добросовестную работу награждены сотрудники Томского национального исследовательского медицинского центра РАН: научный руководитель НИИ кардиологии академик **Ростислав Сергеевич Карпов** — орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени; научный руководитель НИИ медицинской генетики академик **Валерий Павлович Пузырёв** — орденом Александра Невского.

За заслуги в научно-педагогической деятельности, подготовке квалифицированных специалистов и многолетнюю добросовестную работу почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации» присвоено сотрудникам Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: директору НИИ электронного технологического оборудования и систем связи профессору, доктору технических наук **Геннадию Васильевичу Смирнову** и заведующему кафедрой профессору, доктору технических наук **Павлу Ефимовичу Трояну**.

Академику Алексею Кузьмичу Реброву – 90 лет

Глубокоуважаемый Алексей Кузьмич!

В день Вашего юбилея примите сердечные поздравления и самые наилучшие пожелания от Президиума Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенного ученого совета СО РАН по энергетике, машиностроению, механике и процессам управления.

В Вашем лице мы приветствуем выдающегося российского ученого, известного в нашей стране и за рубежом специалиста в области физической газодинамики, динамики разреженных газов, теплофизики и вакуумной техники, чья профессиональная деятельность снискала глубокое уважение у широкой научной общественности.

Вы внесли большой вклад в установление закономерностей процессов переноса в разреженных газах, в исследования газодинамики струй низкой плотности,

в изучение процессов релаксации, конденсации и излучения в неравновесных газовых потоках, теплообмена при свободной конвекции в разреженном газе, структуре струй низкой плотности, физике релаксационных процессов при расширении газов в вакууме, газодинамике сверхвысоковакуумных диффузионных насосов, физике кластеров. Имеете прикладные исследования по газодинамике космических аппаратов и орбитальных станций, разработке ресурсосберегающих сверхвысоковакуумных диффузионных насосов. В последние годы Вы уделяли особое внимание разработке перспективных методов газоструйного нанесения наноразмерных алмазных, фторполимерных и металлополимерных покрытий. В частности, под Вашим руководством созданы новые экспериментальные стенды для газоструйного осаждения поликристаллических

алмазных покрытий с использованием горячепроволочной активации и активации СВЧ-разрядом газов-предшественников.

Заслуживает большого уважения Ваша научно-организационная деятельность. Вы принимаете активное участие в подготовке кадров, в том числе научных кадров высшей квалификации. Ваша научная школа известна не только в нашей стране, но и во всем мире. Под Вашим руководством подготовлены 33 кандидата наук, 13 из них стали докторами наук, один – академиком РАН. Вы являетесь автором более 350 публикаций. Вам принадлежит ключевая роль в организации и проведении всероссийских и международных конференций по динамике разреженных газов.

Ваш талант, труд и активная деятельность в научной, организационной и педагогической сферах заслуженно отмечены медалями и наградами.

От всей души поздравляем Вас с юбилеем и выражаем Вам свое глубочайшее уважение и восхищение вашей энергией и энтузиазмом. Желаем Вам крепкого здоровья, семейного благополучия, новых достижений и творческих успехов в научной сфере!

Председатель СО РАН
академик РАН В. Н. Пармон

Председатель ОУС СО РАН
по энергетике, машиностроению,
механике и процессам управления
академик РАН С. В. Алексеенко

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

НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

Сибирские ученые создали нанокompозитный 2D-материал из точилинита

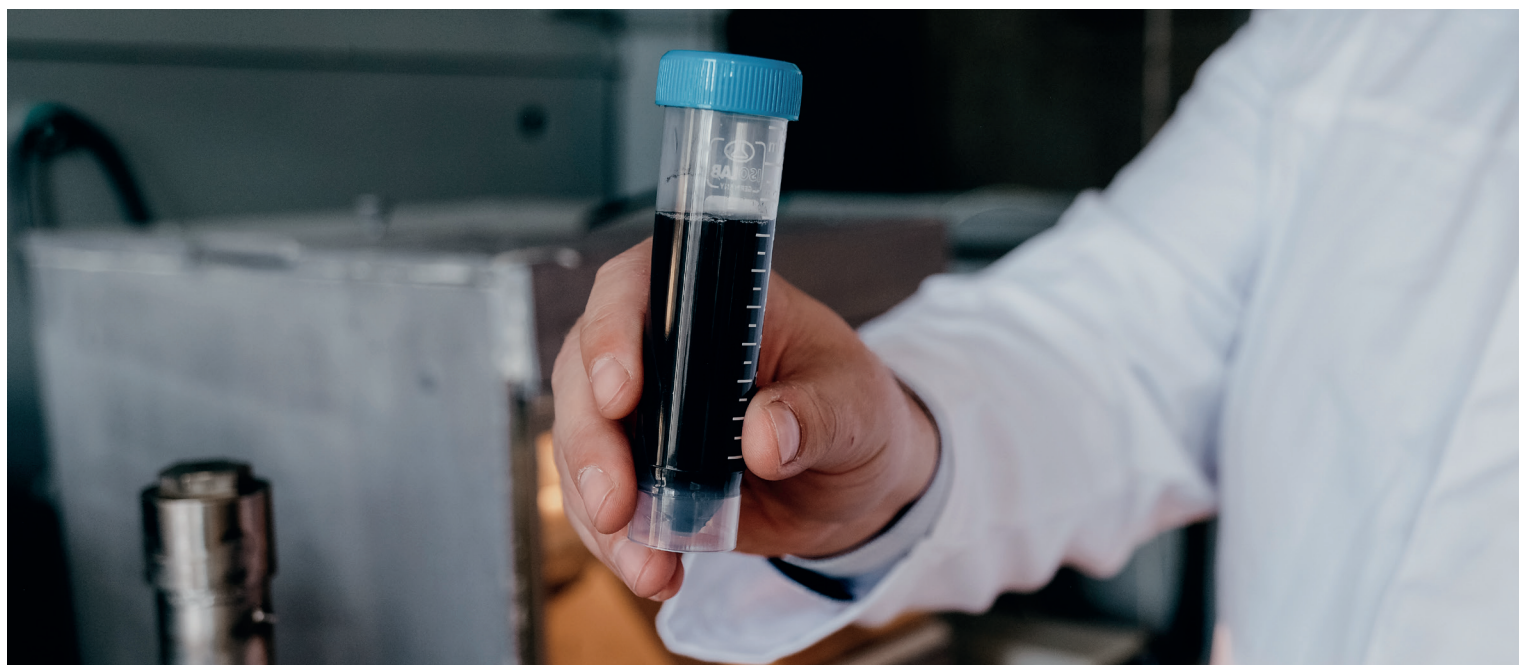
Красноярские ученые получили новый нанокompозитный 2D-материал на основе минерала точилинита с регулируемыми свойствами. Он состоит из чередующихся слоев сульфида железа и гидроксида магния, имеет вид наночешуек и может применяться в нанофотонике, оптоэлектронике, использоваться в качестве сорбентов, электродов и наноантенн. Результаты исследования опубликованы в журнале *New Journal of Chemistry*.

Двумерные материалы (например, графен) представляют большой интерес, как для исследователей, так и для технического развития. Они имеют толщину всего в один атом и обладают уникальными свойствами, которые могут пригодиться при создании новых устройств и технологий с улучшенными характеристиками.

Ученые из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» и Сибирского федерального университета синтезировали новый многофункциональный композитный двумерный материал на основе природного минерала точилинита. Он состоит из чередующихся слоев сульфида железа и гидроксида магния, связанных за счет электрических зарядов, и образует чешуевидные наночастицы.

Для получения наночешуек точилинита специалисты взяли за основу протокол, разработанный для другого минерала, – валлериита. Они модифицировали метод, варьируя концентрации прекурсоров и примесей, чтобы избежать побочных продуктов реакции и контролировать состав материала. В результате ученые выработали легкий и простой способ, основанный на гидротермальном синтезе, позволяющий получать композит при умеренной температуре и атмосферном давлении. В процессе синтеза структура точилинита самособирается за счет противоположных электрических зарядов на слоях сульфида железа и гидроксида магния. Таким образом, ученые получили практически чистый двумерный синтетический точилинит.

Специалисты обнаружили, что электронные, оптические и магнитные свойства разработанного композита определяются сульфидными слоями и ими можно управлять, контролируя состав гидроксидной части. Для этого исследователи добавили в материал литий и алюминий, которыми частично заменили магний в гидроксидном слое. Благодаря открытой возможности управления свойствами нового материала, а также его слоистой структуре наночешуечатый 2D-композит можно применять в нанофо-



Готовый синтезированный материал двумерных сульфидно-гидроксидных наночастиц в растворе

тонике и оптоэлектронике, фото- и электрокатализе, использовать как наноантенны, сорбенты и электроды, например в литиевых, магниевых, алюминиевых источниках тока, электрохимических конденсаторах.

«Мы занимаемся получением синтетических двумерных сульфидно-гидроксидных материалов, аналогов природных минералов. До этого нам удалось синтезировать практически чистую фазу синтетического двумерного материала на основе природного минерала валлериита. Теперь мы смогли получить чистые сульфидно-гидроксидные аналоги природного слоистого минерала точилинита. Они дешевы, экологически безопасны и просты в производстве. В отличие от ранее синтезированных, данные материалы не содержат в сульфидных слоях медь. Это делает их менее стойкими к окислению, но более интересными в плане свойств. Мы также научились целенаправленно влиять на распределение железа в сульфидном и гидроксидном слоях. Такая возможность настройки открывает дополнительные перспективы использования точилинита в электро-

нике и спинтронике», – поясняет научный сотрудник Института химии и химической технологии ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат химических наук Роман Владимирович Борисов.

Исследователи отмечают, что для создания 2D-материалов чаще всего приходится проводить компьютерное моделирование для того, чтобы понять, какими свойствами будет обладать материал с заложенными в модель составом и структурой. Однако в этом случае на создание композитного материала точилинита ученых вдохновила природа.

«В науке есть один интересный подход, основанный на том, чтобы подглядеть у природы, которая сама по себе является замечательной лабораторией. Минералы природного происхождения валлериит и точилинит уникальны тем, что построены из чередующихся сульфидных и гидроксидных слоев, каждый толщиной всего в несколько атомных слоев. На состав слоев минералов сильно влияет та природная среда, в которой они формировались. Мы попробовали повторить этот процесс в лаборатории. При этом не просто скопировать условия

природного синтеза, а заметно расширить состав материалов и получить соединения с новыми структурами сульфидных и гидроксидных слоев. Например, для управления свойствами материалов оказалось крайне важным контролировать содержание трехвалентного железа в гидроксидных слоях. Мы показали, что этот фактор существенно влияет на реакционную способность синтезированных материалов и термостабильность, оптические и электронные свойства, интересные для ряда приложений. В целом мы первыми начали рассматривать точилиниты и валлерииты именно как синтетические платформы для получения новых двумерных материалов со смешанно-слоистой структурой», – рассказывает руководитель проекта старший научный сотрудник ИХХТ ФИЦ СО РАН кандидат химических наук Максим Николаевич Лихацкий.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-13-00321).

Текст и фото
группы научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН

Томские онкологи ищут пути профилактики рака у коренных народов Сибири и Дальнего Востока

В Якутске прошла межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Особенности оказания онкологической помощи на территориях с малой плотностью населения». Специалисты обсудили вопросы эпидемиологии злокачественных новообразований на территории Сибири и Дальнего Востока, этнические аспекты предрасположенности к заболеваемости, а также молекулярно-генетические особенности наследственных раковых синдромов у коренного населения Сибири и Крайнего Севера.

В работе конференции приняли участие более 200 человек – представители Москвы, Благовещенска, Новосибирска, Томска, Красноярска, Омска, Барнаула, Улан-Удэ, Южно-Сахалинска, Магадана, а также Казахстана.

С приветственным словом к участникам конференции обратился директор НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра академик **Евгений Лхамациренович Чойнзонов**. Он подчеркнул, что вопросы

повышения онконастороженности населения, ранней диагностики онкологической патологии и оказание доступной качественной специализированной помощи для сбережения нации сегодня приобретают стратегическое значение. В этом заложен глубокий смысл программы «Борьба с онкологическими заболеваниями», которую ведет государство.

Молекулярная диагностика наследственных раковых синдромов дает возможность улучшать результаты лечения пациентов и проводить раннюю диагностику у носителей мутаций. Однако используемые коммерческие тест-системы работают только для европеоидного населения и неинформативны для представителей азиатского происхождения, к которому относятся этнические группы коренных народов.

Заведующая лабораторией молекулярной онкологии и иммунологии, заместитель директора НИИ онкологии Томского НИМЦ по научной работе член-корреспондент РАН **Надежда Викторовна Чердынцева** рассказала об этнических аспектах рака молочной железы, проведя анализ мирового состояния вопроса о молекуляр-

ных механизмах таких различий и представив собственные разработки.

По словам исследовательницы, почти 30 % пациентов, у которых в семье были случаи заболевания раком молочной железы, а также раком яичников, щитовидной железы, предстательной железы, желудка, имеют мутации генов BRCA1 и BRCA2. Томские ученые выяснили, что эти мутации не встречаются в этносах азиатской принадлежности: бурятском, якутском, хакасском, тувинском.

«Этническая специфичность мутаций – мировая проблема. Исследования, проводимые в НИИ онкологии, посвящены характеристике этнических особенностей молекулярных механизмов формирования рака молочной железы в регионе Сибири и Дальнего Востока, где проживают коренные народы азиатского происхождения», – отметила Надежда Чердынцева.

Республика Саха (Якутия) является одним из самых изолированных и труднодоступных регионов мира в транспортном отношении. В настоящее время в структуре общей смертности населения онкологические заболевания занимают

вторую позицию с устойчивой тенденцией к росту, что представляет собой важнейшую социальную проблему в регионе и является основным фактором смертности населения в возрасте от 55 до 70 лет. Подобные тенденции отмечаются и для крупных этносов республик Бурятия, Тыва, Хакасия. Выступающие отметили важность и значимость обсуждаемой проблемы, поскольку актуальным является разработка технологий курации пациентов с наследственной предрасположенностью к раку молочной железы, раку яичников. Внедрение таких подходов откроет пути профилактики, выявления процесса на ранней стадии, назначения адекватного лечения, что будет способствовать снижению смертности и сохранению трудового ресурса, а также репродуктивной функции молодых женщин, которые преимущественно имеют ранний дебют заболевания. Всё это послужит улучшению демографической ситуации в России, объединяющей представителей разных этнических групп.

Пресс-служба ТНИМЦ РАН

Ученые ИВЭП СО РАН изучают природную среду в бассейне Телецкого озера

Коллектив молодых ученых Института водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул) провел комплексные экспедиционные исследования в акватории и прибрежной зоне Телецкого озера. Задачей ученых было оценить, насколько комфортна и безопасна для человека эта природная среда.

Главная цель проведенных исследований – сбор мониторинговых данных для оценки межсезонных изменений состояния бассейна Телецкого озера на основе анализа поведения маркеров природного и антропогенного происхождения.

Специалисты ИВЭП СО РАН расширили сеть сезонного мониторинга природных (пыльцы, диатомовых водорослей) и антропогенных (микропластик) микрочастиц, а также изотопологов в бассейновой системе Телецкого озера. «Мы выполнили отбор проб поверхностных вод на 30 аквальных полигонах. Дополнительно с по-

мощью батометра Нискина с трех глубин (10, 20 и 30 м) было получено 45 проб. В зависимости от целей мониторинга в полевых условиях для всех образцов была проведена первичная пробоподготовка: фильтрование с помощью прибора ПФФ-3 через стекловолоконные фильтры и шприцевые фильтры Sartorius либо фиксация 40%-ным формалином», – объясняет руководитель экспедиции кандидат географических наук **Наталья Сергеевна Малыгина**.

Параллельно на наземно-аквальных, расположенных в прибрежной части озера, и высотных полигонах ученые ИВЭП СО РАН выполнили комплексную замену трех типов пробоотборников (72 шт.) и первичную пробоподготовку в соответствии с международными требованиями и стандартами (Pollen monitoring program, Global Network of Isotopes in Precipitation, Harmonization of Microplastics Monitoring Methodologies).

Впервые специалисты ИВЭП СО РАН применили специально разработанную в рамках проекта методику отбора аэрологических проб с применением беспилотного летательного аппарата. Полеты дрона DJI Air 2S проводились строго в соответствии с правилами использования воздушного пространства РФ и согласовывались через Единую систему организации воздушного движения.

Дополнительно были собраны данные для оценки динамики несинхронных процессов лесовосстановления и лесообразования в пределах ключевых участков зон интенсивной лесозаготовки на основе интеграции средств обработки данных дистанционного зондирования и древесно-кольцевого анализа.

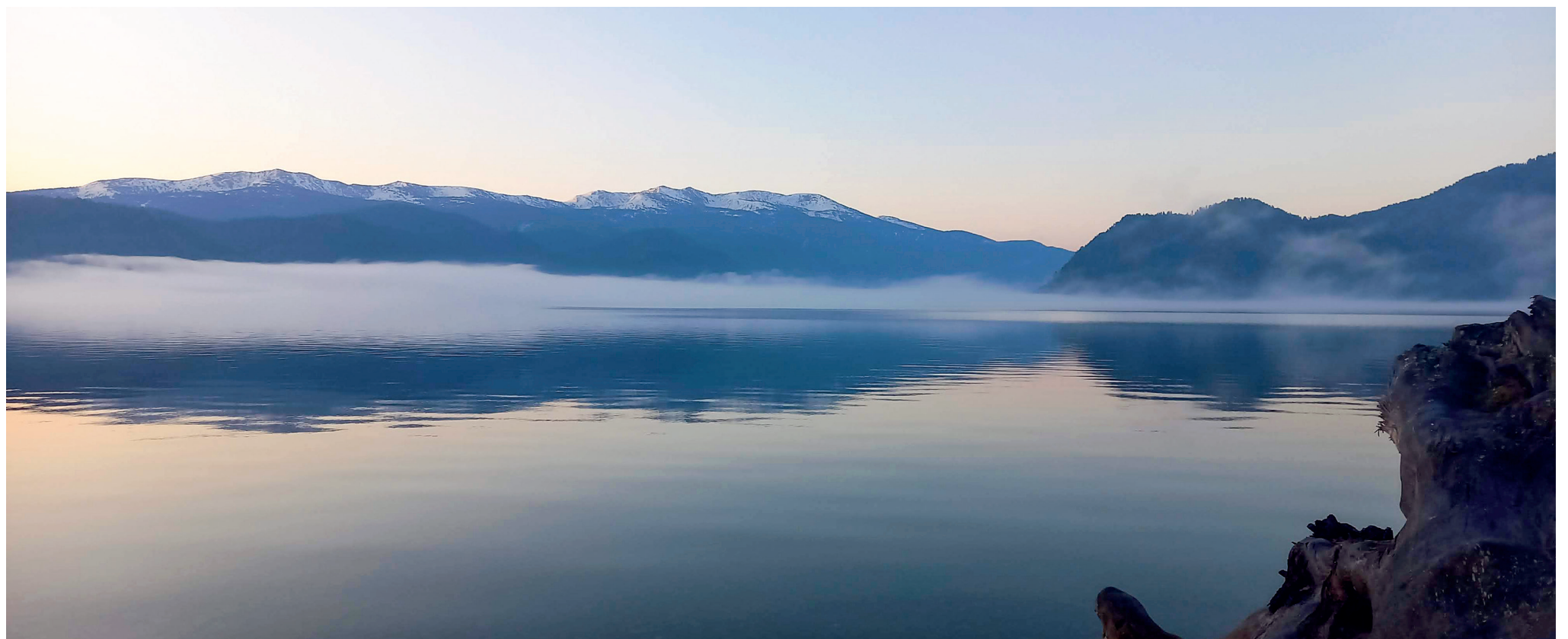
Как отмечает Наталья Малыгина, проведенные экспедиционные работы важны не только с точки зрения фундаментальной науки, но и для самого природного объекта исследования – Телецкого озера,

входящего в список Всемирного наследия ЮНЕСКО и обозначенного в указе президента РФ в качестве объекта национальной цели по созданию комфортной и безопасной среды для жизни.

На сегодня территория бассейна Телецкого озера – одна из самых посещаемых туристических зон Республики Алтай. Количество туристов в высокий сезон здесь колеблется в пределах 50–70 тысяч человек, что является достаточно серьезной нагрузкой на уязвимую социально-экологическую систему Телецкой природной территории.

Экспедиционные работы проводились в рамках реализации проекта РНФ № 21-17-00135 «Диагностика состояний бассейновой системы Телецкого озера (БСТО) в условиях современных климатических и антропогенных вызовов».

Пресс-служба Алтайского государственного аграрного университета
Фото предоставлено исследователями



Новосибирские физики разработали нанометровую линейку на основе атомных ступеней

На сегодняшний день это единственный вид мер в России и мире, охватывающий диапазон от сотых долей нанометра до десятков нанометров. Обычно для измерения объектов размером в доли нанометра и десятки нанометров используются разные масштабные линейки, что приводит к увеличению количества искажений и ошибок. Подробности разработки сибирских ученых опубликованы в журнале Американского химического общества ACS Applied Materials & Interfaces.

Апробированные кремниевые меры высоты и плоскостности, разработанные учеными Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН, востребованы среди производителей высокоточной измерительной аппаратуры (в частности, атомно-силовых микроскопов), на предприятиях микро- и наноэлектроники и высокоточного машиностроения.

В 2019 году Международное бюро мер и весов в Париже приняло параметр кристаллической решетки кремния в качестве вторичной реализации определения метра в связи с растущей необходимостью проводить измерения в наномасштабе. Это требуется производителям интегральных схем, специалистам, занимающимся разработкой новых материалов, установлением фундаментальных закономерностей функционирования наномира, производителям высокоточного оборудования. Использование первичного эталона метра, который определен как расстояние, которое свет проходит в вакууме за $1/299792458$ долю секунды, не позволяет проводить измерения объектов субнанометрового размера с нужной точностью из-за физических ограничений. Соответственно, чтобы применять параметр кристаллической решетки кремния как вторичный эталон метра, необходимо создать комплект линеек — мер, использующих моноатомные ступени кремния. Именно такой комплект мер создали ученые ИФП СО РАН.

«Отличие наших мер от тех, что широко используются сейчас, это прослеживаемость: мы можем одновременно измерить объекты, размеры которых — доли нанометра и десятки нанометров. Наши меры перекрывают весь диапазон от 0,3 до 100 нм. На сегодняшний день для измерения объектов в сотни нанометров используется одна линейка, а для единиц нанометров — другая. Это приводит к определенным сложностям: проводится сравнение (сличение) линеек, определяется масштаб неизбежно возникающих ошибок», — говорит заместитель директора по развитию ИФП СО РАН, первый автор статьи в ACS Applied Materials & Interfaces кандидат физико-математических наук **Дмитрий Владимирович Щеглов**.

Мера плоскостности представляет собой идеально гладкую поверхность кристалла кремния диаметром до миллиметра, а мера высоты — «стопка» атомных слоев кремния — может варьировать от одного до нескольких сотен слоев. Высота одного атомного слоя — 0,31356 нанометра. Такие масштабы сложно представить — это примерно в двести тысяч раз тоньше человеческого волоса.

С помощью новых мер можно проводить измерения объектов, размеры которых сопоставимы с атомными и даже меньше их, постоянно уменьшающихся

элементов электронно-компонентной базы или квантовых наносистем, фрагментов молекул ДНК, структурных особенностей углеродных нанотрубок или каталитических наночастиц. Меры могут использоваться для усовершенствования и калибровки измерительного оборудования: оптических и атомно-силовых микроскопов, развития физических основ новой электроники.

«Для этих мер сотрудники Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ВНИИОФИ) разработали паспорт и руководство по эксплуатации. Также были проведены экспериментальные исследования, показавшие, что меры соответствуют заявленным метрологическим характеристикам. Ранее меры высоты были включены в Федеральный информационный фонд (ФИФ), что позволяет использовать это средство измерения в сферах государственного регулирования, а дополнительно — в качестве эталона определенного ранга в поверочной схеме. За разработкой поверочной схемы нужно обращаться во Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева, где хранится первичный эталон метра», — объясняет начальник отделения ВНИИОФИ доктор технических наук **Владимир Леонидович Минаев**.

Разработка подобных мер стала возможна благодаря использованию эффекта, открытого директором ИФП СО РАН академиком **Александром Васильевичем Латышевым** в конце 1980-х годов: явления эшелонирования атомных ступеней под действием постоянного тока. После скола или отжига в вакууме поверхность любого кристалла не является идеально ровной в наномасштабе: визуально она напоминает террасные рисовые поля на склонах гор в Юго-Восточной Азии. На ней есть участки, состоящие из атомов плоскостей (террас), расположенные на различных высотах. При этом минимальная разница высот таких плоскостей будет равна одному атому, а граница между плоскостями является моноатомной ступенью.

Воздействуя на кристалл кремния постоянным током, можно разогнать ступени и увеличить площадь гладкой поверхности или собрать нужное количество ступеней в более плотную лестницу — эшелон ступеней и, соответственно, точно определить его высоту.

«При создании наших мер мы действуем по методу “снизу вверх” — используем фундаментальные физические свойства материи на атомном уровне, чтобы с помощью изменения макропараметров (приложенного поля, температуры и так далее) система сама превращалась в то, что нам нужно. Такой подход называется использованием процессов самоорганизации: мы ничего от макрообъекта не отрезаем, не используем химическое травление, литографию, как это происходит при создании большинства существующих сегодня мер методом “сверху вниз”.

Мы научились управлять поверхностью кристалла кремния фактически с атомной точностью и использовать кинетические нестабильности. Упрощенно



говоря, управлять движением атомных ступеней, как потоком машин на дороге, собирая их в пробку или рассеивая, включив красный или зеленый сигнал светофора», — добавляет Дмитрий Щеглов.

Принцип действия процессов самоорганизации ученый поясняет образно: «Представим, что стоит задача создать какой-то сложный объект: на завод привезли современный ноутбук, и надо создать такой же. Если создавать с помощью процесса “сверху вниз”, нужно каждую деталь разобрать, понять, из чего она сделана, а затем выстроить технологии производства подобных деталей. А процесс “снизу вверх” работает иначе: понимая фундаментальные законы мироздания, разработчик делает преграду с заданным составом и рельефом, с необходимой энергией ударяет об нее, допустим, калькулятор, и тот превращается в ноутбук. Такая “волшебная” задача не всегда имеет решение (точнее, почти всегда не имеет), но иногда решение есть для определенных систем, как в нашем случае».

Кто может использовать меры?

«В наших мерах заинтересованы производители атомно-силовых, оптических микроскопов, кроме того, мы сами ведем разработку специальных микроскопов нового типа в рамках гранта Российского научного фонда № 19-72-30023. Меры могут применяться в оптической схеме, в том числе схемах квантовой передачи информации, использоваться там, где требуется высокоточная синхронизация систем на Земле и в космосе (GPS, GLONASS). Другой вариант — меры нужны в научных экспериментах: атомно-гладкие поверхности мы передавали в Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, ФИЦ “Институт катализа им. Г. К. Борескова” как подложки для исследований. Такая поверхность может выступать одновременно и подложкой, и линейкой, и в этом тоже ее преимущество», — комментирует Д. Щеглов.

Владимир Минаев добавляет, что ему неизвестны другие комплексы мер, охватывающие диапазон от десятых долей нанометра до сотен нанометров: «Существуют меры компании VLSI (США) от десяти нанометров и более, но менее одного нанометра я не встречал. В своей работе я рекомендую меры, созданные специалистами ИФП СО РАН, разработчикам

и пользователям атомно-силовых, растровых электронных и интерференционных микроскопов, для которых важен субнанометровый диапазон, так как других мер в этом диапазоне нет. Пока этот диапазон не очень востребован, насколько мне известно. Единственные, кто делает измерения в нем, — изготовители лазерных зеркал: для них очень важно получить шероховатость в ангстремном диапазоне (десятые доли нанометров). На текущий момент их приборы калибруются мерами высоты, имеющими размер десятки нанометров, думаю, что рано или поздно потребуются меры на меньший диапазон».

Сейчас атомно-гладкое зеркало, созданное в ИФП СО РАН, уже используется в уникальном приборе — интерференционном микроскопе, который разработан совместно специалистами ИФП СО РАН и Конструкторско-технологического института научного приборостроения СО РАН. Микроскоп позволяет вести быструю неразрушающую диагностику особенностей рельефа поверхности нанообъектов: регистрирует перепады высот порядка десятой доли нанометра. Обычно для подобных задач, решаемых при создании новых материалов, в исследовательских процессах, промышленной диагностике используется атомно-силовой микроскоп. Но, во-первых, его игла воздействует на поверхность, изменяя ее, во-вторых, сканирование на атомно-силовом микроскопе длится в несколько раз дольше, чем исследование с помощью оптического прибора.

Во многом эта разработка — комплекс мер — опережает существующие технологии (не везде нужна такая точность измерений) и находится в начале промышленного применения. Ученые считают, что на данном этапе оптимально было бы создать прибор, который позволит использовать потенциал разработки по максимуму, что в итоге даст хороший эффект по отношению к существующим индустриям: микроэлектронной отрасли, отрасли научного приборостроения, высокоточного приборостроения. «Если это (создание такого прибора) получится, то необходимо будет передавать для внедрения уже готовый прибор, в основе которого лежат меры, а не сами меры отдельно», — отмечает Дмитрий Щеглов.

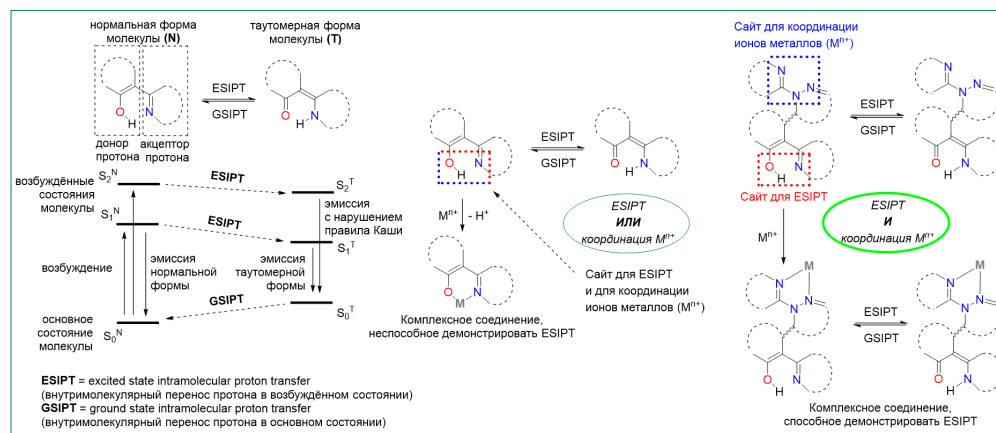
Да будет свет: ученые создают и изучают умные люминесцентные материалы

Ученые Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН и Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН синтезировали неорганические соединения, в которых может происходить фотоперенос протона. Им удалось создать умные люминофоры с двумя полосами люминесценции. Исследования опубликованы в международных журналах Dalton Transactions и Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.

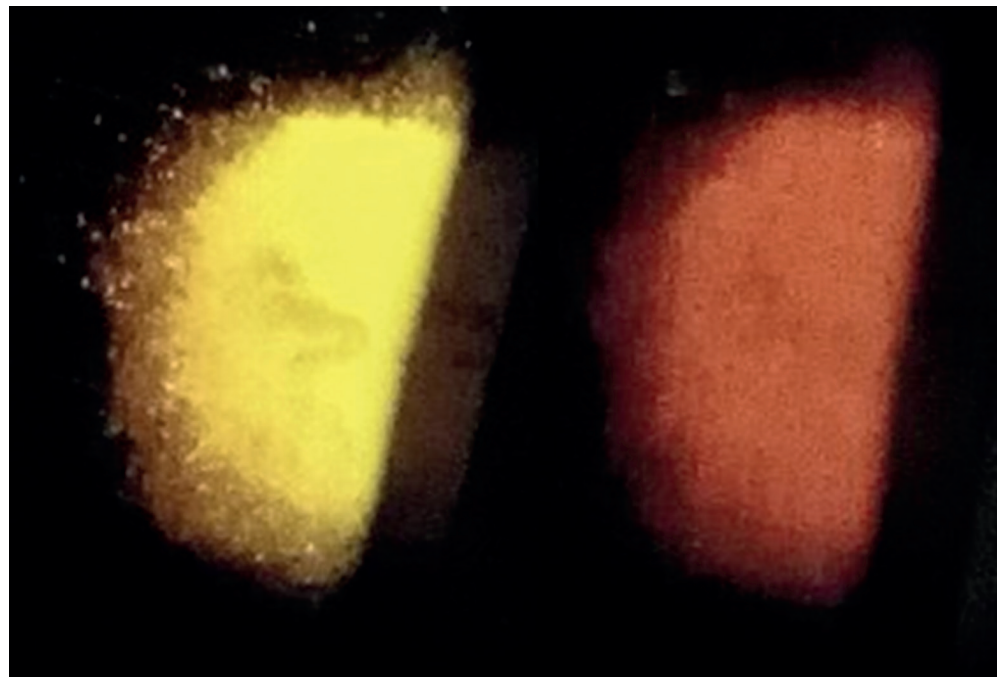
«Нам было интересно, сможем ли мы осуществить реакцию фотопереноса протона в соединениях, которые могут быть отнесены к классу неорганических (содержат ион металла), так как большинство соединений, способных демонстрировать фотоперенос протона, органические. Многие из них имеют низкий квантовый выход люминесценции, поддаются влиянию процессов, снижающих ее эффективность. Оказалось, что координация ионов металлов к лигандам (молекулам, которые могут образовывать связи с ионами металлов) способна решить эту проблему, повысить квантовые выходы люминесценции. Такое взаимодействие органической молекулы и ионов металла приводит к образованию соединений, называемых комплексными. Но есть сложность: если органическое соединение, способное проявлять фотоперенос протона, взаимодействует с ионом металла, он вытесняет подвижный протон и становится на его место. Нашей задачей было попробовать синтезировать такие комплексные соединения, которые были бы способны проявлять фотоперенос протона. Первый шаг в решении этой задачи – создать органические молекулы, в которых были бы группы, взаимодействующие с ионами металлов, тогда ионы металла не будут вытеснять подвижный протон», – рассказывает руководитель проекта, ведущий научный сотрудник Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН доктор химических наук **Марк Борисович Бушуев**.

Процессы переноса протона распространены в природе. Они включают, например, всем известные реакции между кислотами и основаниями. Исследователи изучают процессы переноса протона, происходящие не между разными молекулами, а в пределах одной, где одна часть молекулы принимает протон (акцептор), а другая отдает (донор). Взаимодействие между этими частями называется водородной связью. Протон может находиться в протондонорной части молекулы, а может переходить к протонакцепторной. Когда молекулы поглощают квант света, происходит перераспределение электронной плотности, протон это чувствует и переходит на протонакцепторную часть молекулы. Этот процесс можно назвать фотоиндуцированным переносом протона или внутримолекулярным переносом протона в возбужденном состоянии (ESIPT, excited state intramolecular proton transfer).

«Благодаря тому, что у нас две формы молекулы, люминесценция может проявляться в разных областях спектра. Например, одна в зеленой, другая в голубой. Когда протон находится у протондонорной части молекулы – это нормальная форма, когда у протонакцепторной – таутомерная. В этом отличие умных люминофоров от классических. Последние



Процессы возбуждения, эмиссии и внутримолекулярного переноса протона в возбужденном и основном состоянии молекул (слева). Взаимодействие органических молекул с ионами металлов, приводящее к образованию комплексных соединений (по центру и справа)



Переключение цвета люминесценции комплекса цинка (II), демонстрирующего внутримолекулярный фотоперенос протона, при изменении длины волн квантов света, возбуждающих эмиссию

существуют только в одной форме, в них нет такого подвижного протона, поэтому они проявляют лишь одну полосу люминесценции», – комментирует младший научный сотрудник Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН **Никита Александрович Шеховцов**.

Соединения с фотопереносом протона относятся к классу умных люминофоров и отличаются от классических, проявляют другие свойства. Люминесценция таких люминофоров зависит от разных внешних воздействий, например температуры. При комнатной температуре свечение может находиться в одной области спектра, а при температуре жидкого азота (77 К) вещество может резко поменять положение полосы эмиссии и светиться по-другому. Также ученые обнаружили зависимость эмиссии от энергии возбуждающего света, это очень редкое свойство. Когда они возбуждают молекулу различными видами волн (квантами света с разной длиной волны), цвет эмиссии начинает меняться.

«Умные люминофоры могут использоваться для изготовления органических

светодиодов нового поколения OLED. Они есть, например, в дисплеях современных телевизоров. Большинство из них основано на классических люминофорах с одной полосой эмиссии люминесценции. Наши соединения могут применяться для изготовления новых диодов, которые имеют две полосы эмиссии. Когда есть две полосы, появляется возможность переходить к новым цветовым диапазонам, получать качественное белое свечение. Полученные нами соединения были бы хорошими отечественными аналогами полупроводников зарубежных производителей. Еще один вариант применения – биоинженерия живых клеток. В данном случае возбуждение молекул люминофора, введенных в клетку, позволяет видеть определенное свечение живых или раковых клеток», – рассказывает **Никита Шеховцов**.

Умные люминофоры можно получить разными способами, и создание предпосылок для фотопереноса протона в молекуле – один из них. Самое важное при дизайне молекул, которые могли бы

демонстрировать фотоперенос протона, – сформировать специальный сайт (место), где протон сможет переходить от протондонорной части к протонакцепторной.

Для исследования синтезированных веществ ученые применяют как экспериментальные, так и теоретические методы. Сначала они проводят эксперимент, регистрируют спектр эмиссии, а уже после делают квантово-химические расчеты. Основное свойство, люминесценцию, а также ее характеристики (времена жизни возбужденных состояний, квантовый выход) измеряют с помощью приборов. Чтобы понять, за счет каких электронных переходов в молекуле происходит свечение и установить механизмы люминесценции, проводят квантово-химические расчеты. По результатам эксперимента и расчетов ученые делают выводы, что нужно ввести в молекулу, чтобы повысить квантовый выход эмиссии, какие части молекулы необходимо модифицировать.

«В итоге участникам нашего проекта удалось синтезировать серию соединений на основе имидазола и пиримидина. Наш коллектив синтезировал как сами лиганды, так и комплексные соединения цинка с этими лигандами. Изучили их люминесценцию и установили, как координация иона металла влияет на положение полосы люминесценции. Также мы смогли понять, как меняется люминесценция при переходе от твердого состояния к раствору, и объяснили это с помощью методов квантовой химии. Помимо этого, оказалось, что в некоторых наших соединениях нарушается правило Каши, а это одно из фундаментальных правил фотофизики, которое не соблюдается в редких случаях. Правило простое: у молекулы есть основное состояние (S₀), а есть возбужденные (S_n, n = 1, 2, 3, ...), и в большинстве молекул люминесценция происходит с самого нижнего возбужденного состояния S₁ в S₀. В наших же соединениях люминесценция проходит из второго возбужденного состояния S₂ в S₀. Исследование электронного строения этих молекул методами квантовой химии позволило нам установить причины, ответственные за такую нетипичную люминесценцию», – делится **Никита Шеховцов**.

Дальше исследователи планируют совершенствовать дизайн соединений, проявляющих фотоперенос протона: сначала рассчитывать молекулы методами квантовой химии, выбирать наиболее эффективные и синтезировать те, которые могут потенциально обладать хорошими фотофизическими свойствами.

Исследование выполнено в рамках гранта РНФ № 21-13-00216.

Полина Щербакова
Фото предоставлены исследователями, а также из открытых источников (обложка)

Вносимые с удобрениями азот и глюкоза усиливают выбросы углерода из почвы

Азот и глюкоза значительно влияют на разложение органического вещества в почве и связанное с ним выделение углекислого газа. Наибольшие изменения в эти процессы вносило одновременное добавление азота и глюкозы. Выделение углекислого газа в таком случае могло возрасти, в зависимости от слоя почвы и экосистемы, более чем в десять раз. Результаты исследования опубликованы в журнале *Ecology of soil microorganisms*.

Температурная чувствительность разложения органического вещества почвы — это показатель изменения скорости, с которой органические вещества, содержащиеся в почве, перерабатываются почвенными микроорганизмами и превращаются в минеральные элементы с изменением температуры. Температура — важный фактор, влияющий на скорость и эффективность разложения. При ее повышении скорость переработки увеличивается, что приводит к более быстрому высвобождению питательных элементов из органических соединений. Низкая температура замедляет переработку, что может способствовать накоплению органического вещества в почве.

Однако изменение скорости разложения при повышении температуры неодинаково в различных почвах. К тому же они являются основным источником атмосферного углекислого газа, выделение которого происходит также при разложении почвенного органического вещества. Температурная чувствительность определяет, накапливают ли почвы в условиях потепления и стабилизируют ли углерод или теряют его при разложении, высво-

бождая в атмосферу, еще больше ускоряя изменение климата. Азот, попадающий в почву с удобрениями при выращивании растений или с азотными выпадениями, и наличие легкодоступного почвенным микроорганизмам углерода значительно влияют на разложение органического вещества в почве и связанное с ней выделение углерода.

Ученые из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» оценили влияние минерального азота и глюкозы на температурную чувствительность переработки органического вещества почвы и выделение углекислого газа в лабораторном эксперименте на образцах серой лесной и дерново-подзолистой почвы, отобранных с разной глубины в двух экосистемах — лесной поляне и сосновом лесу.

Результаты исследования показали, что в верхнем слое почвы лесной поляны скорость разложения выше, чем в сосновом лесу, что говорит о большей микробиологической активности в почвах поляны. В нижних слоях почв двух экосистем не было разницы в скорости разложения органического вещества, но ее температурная чувствительность сильно увеличи-

валась с глубиной. Влияние глубины почвы на температурную чувствительность оказалось сильнее, чем влияние типа экосистемы и добавления азота или углерода. Внесение азота не оказало существенного влияния на количество выделяемого углерода, однако повышало температурную чувствительность разложения в верхних слоях почвы обеих экосистем, богатых доступным органическим веществом.

Внесение глюкозы, наоборот, снизило температурную чувствительность в нижних слоях почв обеих экосистем, где обычно недостаток легкоразлагаемого субстрата приводит к повышенным ее значениям. Совместное добавление глюкозы и азота, в зависимости от типа экосистемы и глубины почвенного горизонта, увеличило скорость выделения углерода из образцов на 304–1176 %, что связано с ростом микробной биомассы при достаточном количестве питательных веществ. Это указывает на то, что при большем поступлении углерода в почву, например в результате увеличения выделения корнями растений из-за повышенного содержания углекислого газа в атмосфере, рост микробной биомас-

сы и количество выделяемого углерода из почв будет определяться поступлением азота извне.

«Поскольку мы изучали две контрастные экосистемы и обнаружили одинаковые закономерности, можно предположить, что они носят общий характер и будут проявляться и в других почвах. Лабораторные инкубационные эксперименты, конечно, не заменяют полевых исследований, но данные, полученные в строго контролируемых условиях, помогают выявить влияние отдельных факторов на температурную чувствительность, что необходимо для моделирования процессов углеродного цикла. Например, чтобы спрогнозировать изменение вклада гетеротрофной составляющей эмиссии углекислого газа из почв при глобальном потеплении в ответ на увеличение поступления в почву минеральных и органических веществ», — рассказала научный сотрудник Института леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН кандидат биологических наук Анастасия Игоревна Матвиенко.

Группа научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН

Растительность, влажность почвы и содержание льда уменьшают таяние многолетней мерзлоты

Ученые Института криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, Тюменского государственного университета и Университета Джорджа Вашингтона (США) обобщили результаты 43-летних наблюдений за сезонным оттаиванием многолетней мерзлоты в тундровых ландшафтах полуострова Ямал. Специалисты выяснили, что растительность, влажность почвы и содержание льда компенсируют деградацию многолетней мерзлоты. Результаты исследования опубликованы в международном журнале *MDPI*.

«Многолетняя мерзлота — это породы, которые находятся в замороженном состоянии больше трех лет. Самой древней из них на сегодняшний день около 700 тысяч лет. Мы проводим исследования в районе геокриологического стационара Марре-Сале. Он основан Институтом гидрогеологии и инженерной геологии СССР (ВСЕГИНГЕО) в 1978 году на западном побережье полуострова Ямал, в районе типичной тундры и сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Занимаемся, кроме прочего, измерениями глубины сезонно-талого слоя и сравниваем, как она изменилась с 1970-х годов», — рассказывает старший научный сотрудник Института криосферы Земли СО РАН кандидат геолого-минералогических наук Глеб Евгеньевич Облогов.

Сезонно-талый, или активный, слой — это тонкая прослойка почвы толщиной до 200 сантиметров, расположенная над многолетней мерзлотой. Он оттаивает летом и снова замерзает зимой. В конце августа, когда сезонное оттаивание грунта достигает максимальной глубины, исследователи измеряют показатели активного слоя: его глубину (мощность), влажность, содержание минеральных и органических веществ.

Ученые выяснили, что среднегодовая температура воздуха на исследователь-

ской станции Марре-Сале с 1978-го по 2020 год увеличилась на 4 °С. Из-за повышения температуры и продолжительных летних сезонов активный слой увеличился на 10 см в хорошо дренированной тундре и на 33 см в песчаных раздувах с незначительной растительностью. Однако, несмотря на одинаковые климатические воздействия, глубина активного слоя осталась постоянной или относительно стабильной в торфяных болотах и даже уменьшилась на 14 см во влажной полигональной тундре.

Ландшафты типичной тундры разнообразны: выделяются сухие (дренированные), влажные и заболоченные. Из сухих ландшафтов доминируют дренированные полигональные травяно-кустарничково-лишайниковые тундры и песчаные раздувы.

Особенность полигональной тундры — в форме микрорельефа. Он выстроен крупными многоугольниками, которые разбиты морозобойными трещинами. Раздувы же представляют собой небольшие впадины, которые образовались в результате ветровой эрозии на ранее существовавшем песчаном основании.

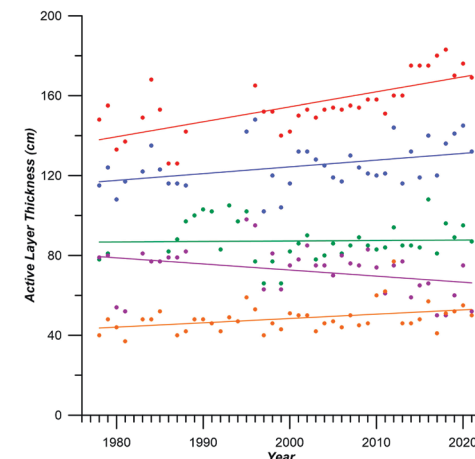
Ученые показали, что, помимо теплового режима климата, на глубину оттаивания влияет глубина снежного покрова, время, продолжительность выпадения осадков, влажность верхних горизонтов пород и растительность.

Среди растительности в Марре-Сале преобладают лишайники, мхи, различные виды травянистых растений (осока, пушица), некоторые виды низкорослых кустарников (карликовая березка, ивы). Растительность ограничивает развитие и толщину активного слоя. Особенно эффективным теплоизолятором выступают мхи. Чем их больше, тем меньше изменения активного слоя зависят от потепления. Помимо теплоизоляционного эффекта, мхи способствуют стабильности вечной мерзлоты за счет эвапотранспирации, процесса, который возвращает воду обратно в атмосферу.

Хорошим стабилизатором активного слоя может быть переходная зона, расположенная между мерзлыми грунтами и многолетней мерзлотой. Она придает устойчивость многолетней мерзлоте, функционирует как линия защиты, препятствующая низкоамплитудным или резким климатическим колебаниям.

Для России таяние многолетней мерзлоты может стать острой проблемой. Изменение средней температуры в стране происходит в 2,5 раза быстрее, чем в мире.

«У нас есть два принципа строительства. При одном строят на талых породах, при другом — на многолетнемерзлых. На Севере основа большинства зданий —



Динамика активного слоя

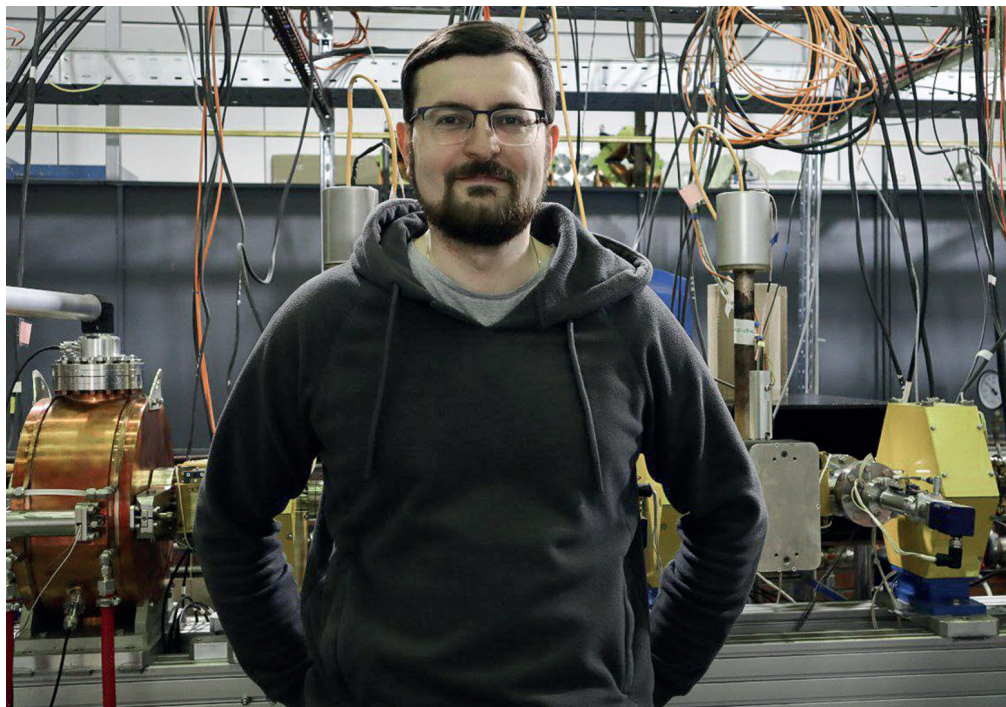
это стабильные мерзлые породы. Если всё продолжит оттаивать, уже возникает и будет продолжаться потеря прочности оснований, разрушение зданий и инженерных сооружений. К тому же в мерзлоте содержится значительный объем метана и углекислого газа. По мере оттаивания активного слоя в атмосферу будут выбрасываться дополнительные объемы парниковых газов. Чем больше их в атмосфере, тем стремительнее меняется климат», — комментирует Глеб Евгеньевич.

Полина Щербакова

Фото предоставлено исследователем

10 лет в ядерной физике и работа со СКИФ

«Главная цель в науке — стать хорошим специалистом и сделать что-то полезное и новое. Я не претендую на то, чтобы радикально изменить мир», — говорит Данила Алексеевич Никифоров, научный сотрудник Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН.



Д. А. Никифоров

— Почему вы выбрали именно физику?

— Я не из тех, кто с ранних лет хотел заниматься физикой. Я осознавал это постепенно.

Еще в 10-м классе побывал в летней школе СУНЦ НГУ (Специализированный учебно-научный центр Новосибирского государственного университета) и попал на экскурсию в ИЯФ СО РАН. Мне сразу понравилось, что у института были планы по запуску нескольких больших ускорительных комплексов. В это время у меня проявился интерес именно к ускорительной физике.

— Ваш отец тоже физик. Это повлияло на ваш выбор профессии?

— Конечно. Мой отец был преподавателем. Он расширил мой кругозор, показал, какие возможности существуют. Для занятия физикой дома было все необходимое: огромная научная библиотека отца.

— А когда вы начали профессионально заниматься физикой?

— Я поступил на физический факультет в НГУ в 2007 году, в 2013 году получил степень магистра, после чего пошел в аспирантуру ИЯФ. Сейчас готовлю к защите диссертацию. На четвертом курсе университета я стажировался в Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми (Фермилаб, США). Там я занимался созданием метода неразрушающей диагностики для интенсивных протонных пучков.

— С чего начался ваш путь в Институте ядерной физики?

— Начинал я с электронно-лучевой сварки. Каждый хоть раз видел сварщика за работой — это способ сварки электродами. Однако есть специализированные методы, которые используются для нетипичных задач. Например, когда нужно глубоко и качественно проварить толстый материал, обычная сварка не поможет, и для этой задачи используются электронные пучки. Есть электронная пушка, которая генерирует электронный пучок, он фокусируется в очень маленькую точку на образце и проплавляет его, тем самым создавая сварной шов. Я занимался

изучением возможности сварки двух материалов с разными температурами плавления и свойствами. Это была моя курсовая на первом курсе, с этого я начинал карьеру.

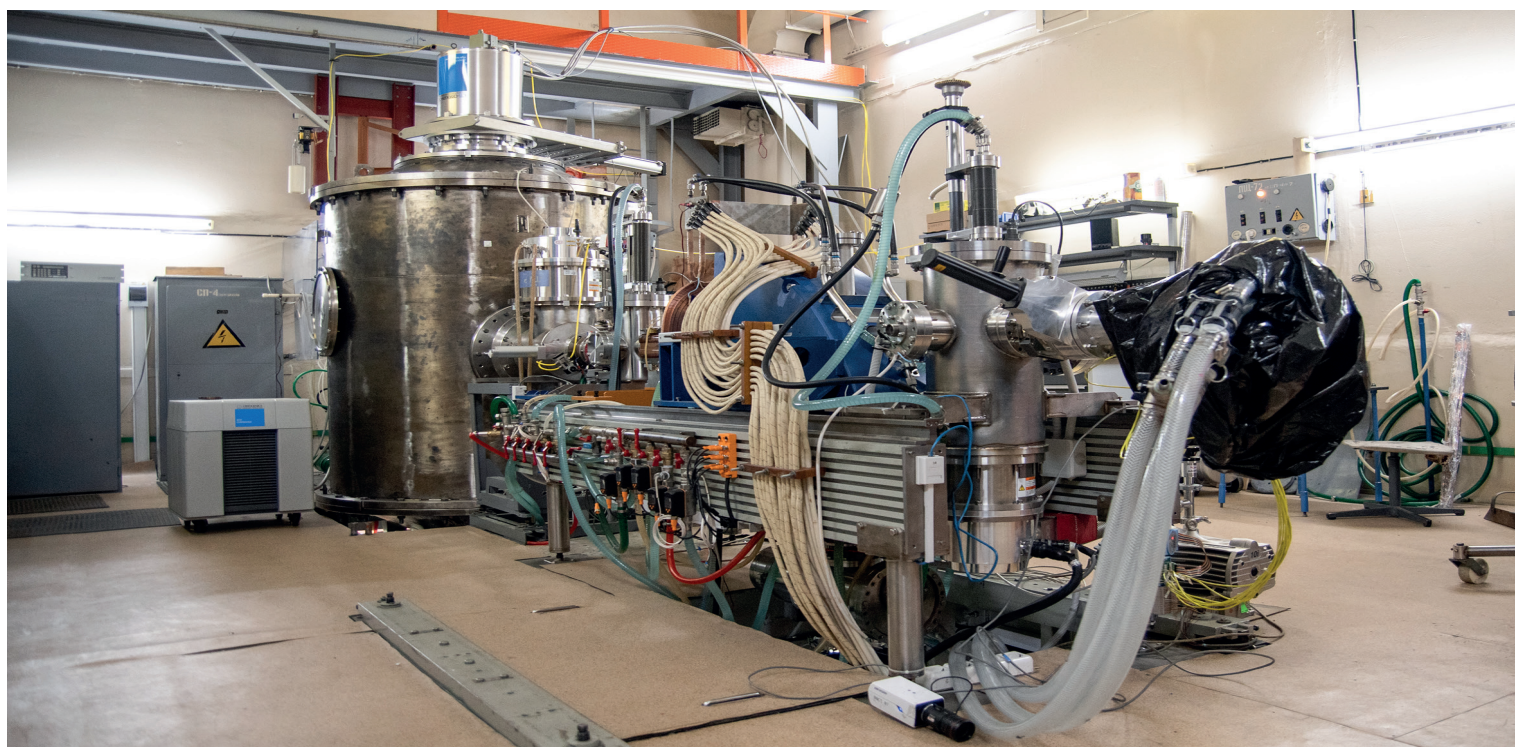
— Есть какая-то иерархия сложности тем для изучения?

— Всё зависит от твоей предрасположенности и интересов. Например, мне, как экспериментатору, всегда казалось, что занятие теорией — это намного более сложный вид деятельности. На кафедре физики элементарных частиц, которая более тяготеет к теоретической работе, на мой взгляд, более сложные спецкурсы, чем на нашей кафедре физики ускорителей.

— В какой области физики вы специализируетесь сейчас?

— Моя деятельность связана с моделированием физических процессов и различной экспериментальной работой. Также я занимаюсь задачами, связанными с программированием и обработкой данных.

— Можете подробнее рассказать о своей работе?



Установка для бор-нейтронозахватной терапии

— Я участвую в нескольких проектах. Есть такая специфика в ИЯФ, у нас свобода деятельности — что нравится, тем и занимаешься. Эта практика разительно отличается от мировых лабораторий, где я был. Там обычно выделяют узкоспециализированное направление для конкретного человека. С утра и до вечера ведешь расчеты одной установки на протяжении долгого времени.

У нас можно работать в разных проектах — сколько тебе хватает сил. Поэтому я участвую в разработке инжекционного комплекса для Сибирского кольцевого источника фотонов (СКИФ), занимаюсь созданием различных электронных пушек, а также задействован еще в нескольких проектах. Что касается СКИФ, весь комплекс еще не запущен: идет строительство, но отдельные узлы уже функционируют. Собственно, я работаю на линейном ускорителе электронов для этого ускорительного комплекса

— А СКИФ — это что?

— СКИФ — это такой большой рентгеновский аппарат. В нем пучок электронов летает в кольцевом ускорителе и на поворотах, где установлены магниты, генерирует излучение, которое называется синхротронным. Фотоны, образующиеся в результате, используются для различных прикладных задач, например, для изучения быстротекущих процессов, структуры кристаллических решеток различных материалов, биологических объектов. Сам процесс проходит на специальных экспериментальных станциях, в которых размещаются исследуемые образцы.

— Вы занимаетесь разными проектами с разными задачами. Чем могут быть полезны людям результаты ваших исследований?

— Мы занимаемся фундаментальными вещами, но они перерастают в прикладные. Тому есть множество примеров: полупроводники, интернет и так далее. Что касается ускорителей, то здесь тоже можно привести несколько ярких примеров. Так, ускорители электронов применяются для стерилизации медицинского

оборудования. Раньше это делали с помощью ядовитых составов, а сейчас просто облучают в ускорителе. Другой пример — установка для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) раковых опухолей, которая была разработана в ИЯФ. При таком типе лечения человеку в кровь вводится препарат на основе бора, он накапливается в раковых опухолях. Нейтроны поглощаются ядрами бора при облучении. В результате реакции с большим энерговыделением раковые клетки погибают. БНЗТ помогает при лечении опухолей головы, шеи, груди и других онкозаболеваниях.

— Какой работой больше всего гордитесь?

— Наиболее глубокой и законченной работой я считаю свое диссертационное исследование. Оно связано с изучением динамики интенсивных пучков. Результаты получились интересные, удалось создать ускоритель с рекордными параметрами.

— Какая ваша главная цель в науке?

— Главная цель в науке — стать хорошим специалистом и сделать что-то полезное и новое. Я не претендую на то, чтобы радикально изменить мир. Большие проекты делаются большими коллективами.

— Каким видите свое будущее в науке?

— Сейчас мне нужно защитить диссертацию и закончить текущие проекты, а дальше нет четких планов. Есть желания, но непонятно, насколько они реализуемы. Хотелось бы поработать на других проектах, в других лабораториях, например в Дубне под Москвой. Там есть установка мирового уровня — ускорительный комплекс NICA.

Подготовили студентки
отделения журналистики
Гуманитарного института НГУ
Алина Саркисян, Валерия Кочеткова,
Ирина Дмитриева и Татьяна Быкова
для спецпроекта
«Мастерская «Науки в Сибири»»

Фото Татьяны Морозовой
и Юлии Поздняковой

ВАКАНСИЯ

Изданию «Наука в Сибири» требуются журналисты

Кто нам нужен: специалисты с высшим образованием, которые хотели бы развлекать вместе с нами «Науку 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. Плюсом 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).

У нас молодая, дружная и талантливая редакция. Три года подряд мы входим в первую пятерку в рейтинге «Медиа-логи» среди самых цитируемых СМИ России научно-популярной тематики. В 2019 году стали вторыми в номинации «Лучшее периодическое издание» премии «За верность науке».

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



По этой ссылке вы можете присоединиться к нашей группе в «Телеграм»

Сайт «Науки в Сибири»
www.sbras.info

Сибирские ученые обнаружили новые для Енисея виды ручейников

Красноярские ученые впервые исследовали сообщество беспозвоночных на водном мхе в среднем течении Енисея и обнаружили девять видов ручейников, шесть из которых не отмечались здесь ранее. Личинки самого многочисленного представителя ручейников — апатании — служат важным источником пищи для хариуса, поэтому высокая численность этих насекомых может способствовать увеличению енисейской популяции промысловой рыбы, богатой важными для человека питательными веществами. Результаты исследования опубликованы в журнале *Zootaxa*.

Ручейники — это насекомые, которые почти всю жизнь проводят в воде в стадии личинки и обитают на дне водоемов или на водных растениях. На последней стадии жизненного цикла они превращаются в имаго (бабочек), имеющих по две пары крыльев невзрачной серо-коричневой окраски, которые вылетают, чтобы дать начало жизни новому поколению личинок. Массовый вылет имаго ручейников можно наблюдать по весне на берегу Енисея.

Личинки ручейников строят себе защитные чехлы-домики из элементов субстрата (песчинки, листья растений и так далее), на котором обитают, чтобы защитить свое мягкое тельце от хищников и от сноса течением. Личинка не покидает свой чехол в течение жизни и постепенно достраивает его по мере роста, склеивая частицы строительного материала липким веществом — шелком, как многие наземные насекомые. Домики имеют форму слегка конических трубочек, но сильно отличаются по размеру и материалу у разных видов ручейников. Однако есть виды, которые не строят защитный домик, один из таких обнаружен в Енисее. Личинки ручейников являются важной частью экосистемы, в том числе пищей для многих рыб. Эти насекомые чувствительны к изменению качества воды и в числе первых исчезают при ее загрязнении, поэтому их присутствие в водоеме свидетельствует о его чистоте.

Ручейники являются одним из самых многочисленных отрядов насекомых, которые обитают в реке Енисей, крупнейшей в России. Специалисты из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» с коллегами из Красноярского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии и СФУ определили видовой состав ручейников на водном мхе в реке.

Ученые собирали пробы водного мха *Fontinalis antipyretica* в нескольких точках выше и ниже по течению от Красноярска на участке протяженностью 120 км. На мхе были обнаружены скопления беспозвоночных, в том числе личинок ручейников. Известно, что в быстрых водотоках водный мох обеспечивает насекомым защиту



Ручейники отличаются по особенностям тела и размерам и материалу домиков

от течения, укрытие от хищников, пищу и материал для строительства домиков. В лаборатории ученые отделили ручейников ото мха и изучили их. В результате специалисты идентифицировали девять видов, шесть из которых были впервые зарегистрированы в Енисее.

Шесть новых для Енисея видов принадлежат к семейству лимнефилид (*Limnephilidae*), их называют северными ручейниками. Личинки отличались по специфическим признакам, для обнаружения которых требуется специальная подготовка и микроскоп, а также по размерам и материалу домиков — это можно разглядеть невооруженным глазом.

Один вид ручейников — апатания (*Apatania cryptophyla*) был самым многочисленным на водном мхе. В работе была впервые оценена численность личинок этого вида на водном мхе. Личинки апатании служат важным источником пищи для хариуса — ключевой рыбы Енисея, которая, как ранее выяснили ученые ФИЦ КНЦ СО РАН, является для человека источником незаменимых жирных кислот. Высокая численность ручейников, населяющих водный мох Енисея, может быть одним из факторов, способствующих увеличению численности популяции хариуса. Однако причины доминирования апатании на водном мхе неясны и требуют дальнейшего изучения.

«Оценка видовой состава биоты нужна для понимания функциональной структуры сообщества, его текущего состояния, устойчивости к внешним воздействиям и планирования мер по ее сохранению.

Сообществу беспозвоночных, обитающих на водном мхе в реке Енисей, ранее не уделяли внимания, в отличие от прибрежного зообентоса, который неплохо изучен. Наша работа показала, что на водном мхе обитает разнообразное и многочисленное сообщество личинок ручейников, которое не стоит сбрасывать со счетов при оценке потоков вещества и энергии в экосистеме. Причину доминирования апатании в сообществе ручейников еще предстоит выяснить. Логично предположить, что формирование современного состава водной биоты на участке Енисея, который мы исследуем, произошло под влиянием измененного естественного температурного режима после строительства Красноярской ГЭС. Полученные результаты частично восполнили пробел в знаниях о видовом разнообразии беспозвоночных, обитающих на водном мхе Енисея, и, возможно, в дальнейшем помогут понять их вклад в продукцию и потоки вещества в реке Енисей. Международное научное сообщество оценило качество проделанной нами работы: фотографии и таксономические описания видов ручейников были размещены в базе данных мирового биоразнообразия Global Biodiversity Information Facility», — отметила старший научный сотрудник Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН кандидат биологических наук Татьяна Анатольевна Зотина.

Группа научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН
Иллюстрация предоставлена
исследователями

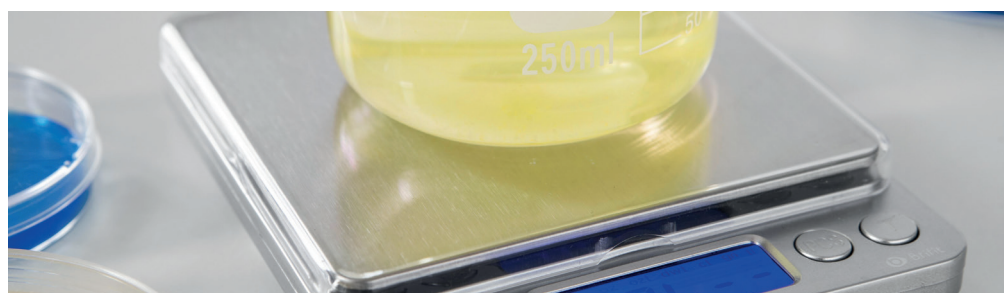
ВОПРОС УЧЕНОМУ

Почему моча желтая?

Почему моча именно желтого цвета, а не какого-то другого?

Отвечает врач-генетик, научный сотрудник Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН Наталья Викторовна Кох:

«Цвет мочи регулируется производным билирубина — уробилиногеном. Это пигмент желтого цвета. Бывают патологические состояния, при которых моча может стать более темной или светлой. Также на цвет мочи влияет характер потребления жидкости: если пить много воды, то моча светлеет. Иногда употребление каких-то овощей, которые



содержат яркий пигмент, может давать специфическую окраску — розовую или оранжевую. Однако если такой цвет мочи

не связан с употребляемыми продуктами, то это повод обратиться к врачу и сдать соответствующие анализы».