



Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 22 октября 2020 года • № 41 (3252) • 12+

Научные изобретения руками детей



Читайте на стр. 4–5

Новость

Отчет Большой Норильской экспедиции готовится к декабрю

Этот срок подтвержден на рабочем онлайн-совещании, состоявшемся в Президиуме Сибирского отделения РАН.

Отчет по завершении лабораторного этапа Большой Норильской экспедиции будет состоять из четырех основных разделов: о состоянии воды, биоразнообразия, почв и многолетнемерзлых грунтов (включая геохронологический анализ). «Вопрос об итогах полевых изысканий становится животрепещущим, — отметил научный руководитель БНЭ председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**, — ко мне с подобными вопросами обращаются по несколько раз в неделю, но я всем отвечаю, что какие-либо выводы можно будет делать только по готовности отчета. Конечно, всех волнует вопрос о причинах майской аварии, но основная задача БНЭ — дать на основе анализа собранного материала картину последствий разлива нефтепродуктов и предложить необходимые меры для устранения этих последствий. Нужно понять, где, что, от чего и до какой степени нужно чистить на Таймыре и конкретно в Норильском промышленном районе».

Научный руководитель БНЭ подчеркнул стратегическую цель экспедиции — выработку рекомендаций для современного характера не только для «Норильского никеля», но и для других российских и, возможно, иностран-

ных компаний, осваивающих природные ресурсы Арктики. Площадкой для анализа потребностей природопользователей мог бы стать представительный научно-практический форум с их участием, проводить его целесообразно на материалах БНЭ, то есть по готовности комплексного отчета экспедиции. Пока же в Барнауле, Новосибирске, Томске, Красноярске, Якутске и Норильске завершаются лабораторные исследования, результаты которых поступают в институты, ответственные за подготовку основных разделов итогового документа.

«Особое внимание мы просим уделять аналитическим работам в сертифицированных лабораториях, чтобы полученные там показатели признавали органы исполнительной власти, — акцентировал руководитель полевого этапа БНЭ кандидат технических наук **Николай Викторович Юркевич**. — Вторым приоритетом является использование уникального оборудования или методик, которые есть только в институтах под научно-методическим руководством СО РАН». Ученый обратил внимание на то, что лабораторные исследования и межинститутский обмен информацией дают материал намного более широкий, чем таймырская и даже арктическая проблематика. Выяснилось, например, что в России нет районированных нормативов содержания вредных веществ в во-

де и почве — таковые приняты еще в СССР едиными от Средней Азии до Заполярья.

«Подсчет поголовья тех или иных пород рыбы в нашей стране ведется, как и сто лет назад, путем отлова неводами или тралами и очень приблизительными экстраполяциями, — поделился член-корреспондент РАН **Михаил Иванович Гладышев** из красноярского Института биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», — тогда как весь мир пользуется безвредной для ихтиофауны профессиональной эколокацией». В ходе обсуждения ученый предложил необычный сценарий восстановления биосистемы озера Пясино путем нормализации пищевых цепочек снизу вверх: «Сначала будут довольны бактерии, с ними будет доволен зоопланктон, а затем и рыба».

На совещании были скорректированы сроки готовности отчета БНЭ. «Мы не можем игнорировать общественные — и не только — ожидания, — подчеркнул академик Валентин Пармон, — и с учетом высокой степени готовности лабораторных результатов вполне способны ускориться и подготовить к середине ноября первоначальные материалы в виде карт и таблиц». Полная версия отчета, включающая тематические текстовые главы, общие выводы и основные рекомендации, будет сформирована к началу декабря.

НВС

Новость

Ученые ИК СО РАН исследуют катализаторы на основе нанотрубок для более чистых топлив

Специалисты ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» изучают наноструктурированные сульфидные катализаторы гидроочистки на основе углеродных нанотрубок. Полученные знания помогут создавать новые катализаторы для получения экологически чистых топлив.

Катализаторы гидроочистки используются для удаления серы и азота из различных нефтяных фракций и остатков — это делает продукты более качественными и менее вредными для экологии. На отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях используются преимущественно зарубежные катализаторы гидроочистки.

«Мы будем изучать особенности синтеза и каталитические свойства перспективных катализаторов гидроочистки на основе наноразмерных сульфидов NiMo (никель-молибдена), закрепленных в структуре многослойных углеродных нанотрубок. На российском рынке доля импортных катализаторов гидроочистки составляет около 70 %. Поэтому разработка новых катализаторов для получения моторных топлив с пониженным содержанием серы и азота — важная и актуальная задача. Ее решение позволит не только получать высококачественные нефтепродукты с улучшенными эксплуатационными характеристиками, но и решать вопросы ресурсосбережения и экологии», — рассказала старший научный сотрудник лаборатории наноструктурированных углеродных материалов ИК СО РАН кандидат химических наук **Мария Александровна Казакова**.

По словам ученого, работа по проекту позволит получить новые фундаментальные знания о закономерностях формирования активного NiMo сульфидного компонента на многослойных углеродных нанотрубках. Результаты могут стать научной базой для разработки нового поколения высокоактивных катализаторов гидроочистки на основе углеродных носителей. Более высокая эффективность таких катализаторов позволит достигать заданную степень очистки сырья от серы и азота при более низких температурах и, соответственно, меньших энергозатратах.

Проект поддержан грантом правительства Новосибирской области в объеме 0,5 млн рублей до конца 2020 года. Работы выполняются совместно сотрудниками лаборатории наноструктурированных углеродных материалов и лаборатории катализаторов нефтепереработки ИК СО РАН.

Пресс-служба ИК СО РАН

Академии России и Беларуси формируют единое научно-технологическое пространство

В режиме конференц-связи между Минском, Москвой и Новосибирском прошло заседание Межакадемического совета (МАС) по проблемам развития Союзного государства.

Сопредседатель МАС член Постоянно-го комитета Союзного государства **Алексей Александрович Кубрин** отметил: «Больше столетия назад началось массовое использование двигателей внутреннего сгорания, которые принципиально не изменились до нашего времени. Такая же ситуация с реактивными и электрическими двигателями, с источниками и хранилищами энергии. Взлетевший сегодня «Союз-2.1» мало чем отличается от королёвской «семерки». Мы исчерпали возможности действующих принципов движения».

«Прорыв обычно осуществляется в условиях свободного поиска ученых, занимающихся фундаментальными исследованиями», — подчеркнул другой сопредседатель МАС, вице-президент Российской академии наук и председатель Сибирского отделения РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**. Он напомнил об основных направлениях совместных российско-белорусских исследований: космического пространства, экологии и климата полярных регионов, атомной энергетики и электротранспорта, IT и искусственного интеллекта, в интересах лесной, химической и аграрной отраслей, а также в целях создания основ технологий высших укладов.

Одним из инструментов получения фундаментальных знаний исследователями России и Беларуси станет возводимый в сибирском наукограде Кольцово новейший источник синхротронного излучения СКИФ. Не позднее декабря 2023 года должен состояться запуск его первой очереди, одной из рабочих станций которой запланирована «БелСИ» — станция для изучения молекулярных и атомных структур. «Вам уже пора вступать в постоянный контакт с проектантами СКИФа и прорабатывать единые научные подходы к будущим работам», — обратился к белорусским коллегам Валентин Пармон.

Взаимодействие РАН и НАН Беларуси в области фундаментальных и поисковых исследований после 2013 года ведется в основном в рамках поддержки совместных проектов со стороны РФФИ и соответствующего фонда Беларуси. В 2020 году на конкурс, проводимый этими фондами, было подано 410 заявок и по результатам отбора поддержано 140 проектов (из них 16 от институтов СО РАН).

Валентин Пармон отметил при этом компактный и узконаправленный характер этих совместных работ при отсутствии крупных научно-технологических проектов полного цикла в рамках Союзного государства и сформулированной межгосударственной научно-технологической стратегии. «Единство научно-технологического пространства — посыл, от которого нужно отталкиваться, и цель, к которой нужно стремиться», — поддержал главу СО РАН третий сопредседатель МАС — первый зампреда Президиума НАНБ академик **Сергей Антонович Чижик**.

В этом контексте некоторые масштабные инициативы, исходящие от академических кругов двух стран, начали вызывать интерес в руководящих сфе-

рах России и Беларуси. По словам Валентина Пармона, обсуждавшийся на предыдущей сессии МАС в Петрозаводске совместный проект по дистанционному зондированию Земли с целью мониторинга лесных пожаров и других природных аномалий, инициированный РАН и НАНБ, нашел понимание у вице-премьера Российской Федерации **Виктории Валерьевны Абрамченко** и министра природных ресурсов и экологии РФ **Дмитрия Николаевича Кобылкина**. «Я встречался также с **Дмитрием Олеговичем Рогозиным**, Роскосмос рассматривает возможность использования российской орбитальной группировки для реализации этого проекта», — добавил глава СО РАН.

Другим совместным проектом с глобальным потенциалом участники саммита назвали разработку и промышленное применение алмазо-лонсдейлитовых структур Попигайского кратера на границе Республики Саха (Якутия) и Красноярского края. Опытные образцы инструментов, изготовленные в Беларуси с применением этого сырья в качестве рабочей поверхности, показали рост основных параметров (термо- и износостойкость, прочность, абразивные свойства) в несколько раз. «Буровая насадка с применением таких рабочих элементов будет проходить породу в два и более раза быстрее, — конкретизировал научный руководитель Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН академик **Николай Петрович Похиленко**, — причем скорость проходки почти не станет снижаться по мере износа, а время работы инструмента увеличится вдвое». Участники обсуждения пришли к необходимости перевода попигайского проекта из научно-технологического в крупный совместный инвестпроект под кураторством постоянного комитета Союзного государства.

Основным выводом саммита МАС стала необходимость дополнения межакадемических и межинститутских форматов сотрудничества крупными совместными проектами России и Беларуси на основе общих стратегий развития. При этом должна быть укреплена и поддержана ресурсами фундаментальная основа технологических прорывов. Этому на сегодняшний день препятствует отсутствие общей программы фундаментальных исследований Союзного государства и, как следствие, раздела «Фундаментальные и поисковые исследования» в программе совместных научно-технологических проектов Союзного государства.

Члены МАС считают целесообразным выход от имени РАН и НАН Беларуси на руководство Союзного государства с предложениями решить этот вопрос и выработать единый механизм финансирования совместных фундаментальных исследований, например путем выделения для них специальных квот в бюджете Союзного государства. «Сила Союзного государства — в единстве научно-технологического пространства», — резюмировал академик В. Н. Пармон.

Правильно продать, правильно купить

Что дает рынку теория аукционов, как составляют в Америке счета за электроэнергию и при чем здесь мобильная связь? Экономического Нобеля комментирует кандидат экономических наук **Юрий Петрович Воронов** из Института экономики и организации промышленного производства СО РАН.

«Премия Банка Швеции памяти **Альфреда Нобеля** (с прошлого года с дополнением “по экономическим наукам”) традиционно присуждается исследователям по двум направлениям: математической экономике и экономике поведенческой, с социально-психологическим уклоном. В 2020 году премию получили стэнфордские профессора **Пол Милгром** и **Роберт Уилсон** за усовершенствование теории аукционов. Второй из лауреатов почти всерьез говорит, что дистанция между ними всегда не больше 40 метров: они преподают на соседних кафедрах и построили свои дома рядом. Совместных публикаций у Милгрорма и Уилсона сравнительно немного, но объединили их правильно: у них совпадают сфера интересов, объекты исследований и общие выводы.

В чем суть их достижений, удостоенных экономического Нобеля? Милгром и Уилсон усовершенствовали теорию аукционов и ввели в практику их новые форматы. Одна из аксиом этой теории состоит в том, что любой аукцион — прежде всего динамика спроса и предложения. Привычная ситуация с одним продавцом и множеством покупателей, поднимающих или, по другой модели, сбивающих цену — немного не то. Теория аукционов рассматривает взаимоотношения двух множеств, покупателей и продавцов, и рисует, таким образом, более целостную картину рынка. У покупателей есть цены спроса, у продавцов — цены предложения, и на аукционах они стыкуются тем или иным образом.

Аукцион — это игра по тем или иным правилам, которые постоянно вырабатываются и корректируются, пополняя и без того разнообразный список вариантов. Минимум каждые пять лет появляются новые виды аукционов, которых раньше не было. Например, аукцион Викри (нобелевского лауреата по экономике 1996 года) интересен тем, что побеждает покупатель, назвавший лучшую цену, но покупку производит по цене ближайшего из проигравших — этот сценарий также называется аукционом второй цены.

Определить, насколько хороши или плохи правила проведения аукционов, позволяет рынок. Если правила соответствуют интересам продавцов и покупателей, то тех и других становится больше, если нет — они ищут более приемлемые сценарии и уходят на другие площадки. Заметим, речь идет в равной степени об обеих группах участников процесса: в рыночной экономике правил и ограничений не меньше, чем в плановой, но они нацелены прежде всего на соблюдение равенства сторон. Ярчайшее проявление — борьба с монополизмом, порождающая множество правил, общих и частных: в США, например, в счете за электроэнергию поставщик обязан показать цену покупки киловатта у генерирующей компании и, соответственно, свою прибыль, не превышающую установленный законом нормы.

Пол Милгром и Роберт Уилсон привнесли в теорию аукционов рассмотрение тех ситуаций, в которых продавцы не заинтересованы в получении максимальной цены продажи. Разве такое воз-



можно? Да, если продавец мыслит на несколько ходов вперед и видит отложенные выгоды в ситуации продажи не столько “почем”, сколько “кому”. Милгром и Уилсон около 25 лет исследовали британские и американские аукционы по продаже государством (в США — властями штата) радиочастот для организации мобильной связи. Государство в данном случае заинтересовано прежде всего в объеме и стабильности рынка, который будет приносить доход в виде налогов компаний-операторов. Таковые, соответственно, должны быть высокопрофессиональными и инвестиционно перспективными. Власти на аукционах занимают оправданную позицию псевдоальтруиста, не стремящегося к максимальной сиюминутной выручке от продажи частот.

Заслуга Уилсона и Милгрорма состоит в кропотливом анализе истории таких аукционов и подборе на его основе оптимальных критериев выбора победителей. Это как раз та ситуация, когда теория строится не из головы, а на богатом эмпирическом материале. Кстати, саму идею продажи частот выдвинул еще один нобелевский лауреат по экономике 2002 года **Вернон Смит**. В 1960–1970-е годы возникла проблема стихийного засорения FM-частот огромному количеству маленьких любительских радиостанций, порождавших много мусора в эфире, в том числе и опасного. Экономист предложил государству декларировать эфирный ресурс национальным достоянием и, соответственно, объектом продажи наиболее ответственным и перспективным пользователям, способным строить передающие сети. Именно сетевой принцип трансляции сигнала и формирования всё более и более широких зон покрытия привел к появлению сначала массовой мобильной радиосвязи, а затем — сотовой телефонии.

Роберт Уилсон и Пол Милгром довели идею Вернона Смита до практических процедур, они предложили не один и не два новых типа аукциона, а целый букет — в зависимости от государственных и общественных приоритетов (не совпадающих не только в сравнении США и Британии, но и в отдельных американских штатах), экономических и технологических рисков и т. д. и т. п. Заслуга стэнфордских экономистов состоит прежде всего в обоснованности их предложений: за каждым стоит множество позитивных и негативных кейсов, статистические выкладки, результаты опросов и другой эмпирический материал».

Андрей Соболевский
Фото из открытых источников

Почва для заключений

В лабораториях Института почвоведения и агрохимии СО РАН завершается работа с образцами Большой Норильской экспедиции. Первоначальными выводами и оценками делятся заместитель директора ИПА СО РАН доктор биологических наук **Александр Иванович Сысо** и старший научный сотрудник института кандидат биологических наук **Денис Александрович Соколов**.



Александр Сысо



Денис Соколов

Денис Соколов: «На Таймыре в составе отряда “Наземные экосистемы” нами было исследовано около 60 участков от норильской ТЭЦ-3 до впадения реки Пясины в Карское море. В общей сложности были выполнены описания 26 почвенных разрезов и 58 прикопок, мы отобрали 146 проб почв и 58 образцов растительности — как непосредственно из Норильского промышленного района и с берегов водоемов, по которым прошло загрязнение, так и с условно фоновых территорий. Понятно, что почвы интересуют нас как главный предмет исследований института, растения же неразрывно связаны с ними. В отличие от ботаников, конкретно доктора биологических наук **Михаила Юрьевича Телятникова** из Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, которые делают акцент на представительности растительного покрова, почвоведы рассматривают флору как потребителя веществ, заключенных в почве».

Александр Сысо: «На основе лабораторных исследований элементного химического состава собранных образцов растений мы делаем заключения о том, где и насколько они пригодны для хозяйственного использования в качестве корма животным. Почвы и растения мы оцениваем по трем критериям: агрохимическому (соответствие содержания макро- и микроэлементов требованиям минерального питания растений), биогеохимическому (соответствие количества и соотношения химических элементов в почвах и растительности требованиям нормальной обеспеченности ими животных организмов, в том числе человека) и санитарно-гигиеническому. Последний критерий соотносит выявленные содержания тех или иных веществ с государственными нормативами безопасности. Исходя из этого, мы должны будем показать, способствуют ли состав и свойства почв росту и развитию растений, не содержатся ли в них токсичные вещества в опасных концентрациях. Логичным итогом такой работы будут выводы о необходимости рекультивации почв на тех или иных участках. Сбор полевого материала — диагностика — рекомендации — таков алгоритм работы всей нашей экспедиции.

И здесь я не могу не повторить то, что сказал на онлайн-совещании участников Большой Норильской экспедиции. Нас обязывают к выводам о допустимых и недопустимых концентрациях некоторых веществ и соединений, в частности в почве. Но государственные нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) установлены еще в советскую эпоху едиными для всех республик и территорий СССР, а главное — непонятно как, без малейшего намека на научные обоснования.

В 2008 году тогдашний президент России **Дмитрий Анатольевич Медведев** выступил за пересмотр системы экологической ответственности, указав, что “...нормативы ответственности оторваны от жизни, мы можем подкорректировать”. Было предложено начать подготовку полноценной системы нормирования допустимого воздействия на окружающую

среду, дифференцированной системы нормативов качества воды, воздуха и почв для каждой территории в зависимости от текущих условий в каждом регионе РФ. Увы, это важнейшее начинание ушло в песок. И нормативов, более ущербных и непонятных, чем в России, в мире нет. Считаю это предметом отдельного обсуждения, крайне важного и своевременного».

Денис Соколов: «Пока что нам приходится соизмерять полученные данные, например, с нормативами допустимого остаточного содержания (ДОС) нефтепродуктов в почве, разработанными более 15 лет назад для Ханты-Мансийского автономного округа — Югры: это все-таки лучше, чем ничего. Флуориметрическое определение нефтепродуктов, экстрагированных из почвы гексаном, показало максимальные концентрации в пределах 1 г на килограмм, тогда как названный выше региональный норматив допускает вдвое больше. Также мы видим, что глубина проникновения нефтепродуктов в почву не превышает 30 см, а наибольшая их концентрация наблюдается на глубине от 0 до 10, реже 20 сантиметров».

Александр Сысо: «Мы нигде не встретили концентрации нефтепродуктов выше значения ДОС нефтепродуктов в 2 грамма на килограмм почвы, в самых загрязненных точках этот показатель достигал максимум 300–900 миллиграммов. Что же касается глубины проникновения нефтепродуктов в почву, то глубже 30 см они находились на уровне фоновых

значений, вероятно, из-за ограничения их миграции мерзлотой».

Денис Соколов: «Важно понимать, что майский разлив дизельного топлива затронул в основном пойменные участки. Это не тундра с ее постоянным почвенным слоем и растительностью — на берегах рек либо вовсе нет растений, либо их состав обновляется с каждым паводком. Сам разлив носил залповый характер, тысячи тонн топлива попали в воду сразу и прошли большим массивом, оставляя, разумеется, некоторый след. В почвоведении есть такой термин — “литогенный потенциал гумусонакопления”. В контексте данной проблемы этот термин следует рассматривать шире, поскольку речь идет не о гумусе, а об органическом веществе в целом. Литогенный потенциал органоаккумуляции характеризует способность минеральной части почв связывать органическое вещество. На тех участках, где этот потенциал сравнительно высок за счет глинистых и песчаных фракций, загрязненность почвы нефтепродуктами выше, а там, где поймы рек сложены галькой, остались незначительные следы разлива: по словам коллег, “он прошел как по трубе”. Тем более что речные русла в этой местности сравнительно прямые, не очень сильно меандрируют — это еще один фактор проноса загрязнителей».

Поэтому общая картина несколько парадоксальна: ближе всего к давшему течь резервуару ТЭЦ-3 — на берегах ручья Безымянный (он же Надеждин-

ский) и реки Далдыкан — концентрация нефтепродуктов выше фоновой, но относительно невысока. Ниже, где берега рек песчано-глинистые, а русла делятся на рукава, почвы характеризуются более высоким литогенным потенциалом органоаккумуляции, и содержание нефтепродуктов в них значительно выше. Говоря проще, до самой дельты реки Амбарная, впадающей в озеро Пясино, нефтепродуктам было не за что зацепиться. Будем понимать еще одно важное обстоятельство. Разлившееся дизельное топливо — не то, что наливают на новосибирских АЗС, а арктическое, более легкое и летучее. Во время совещания, которое упомянул Александр Иванович, работавшие со спутниковыми данными коллеги сообщили, что сначала видели на снимках некоторое пятно, а потом оно исчезло. Никакой загадки в этом нет, скорее всего, обычное испарение. Конечно, полностью исчезнуть не могут и легкие фракции нефтеперегонки, мы фиксировали их присутствие в почвах. В этом плане важны будут результаты лабораторных исследований других организаций: томского Института химии нефти СО РАН, якутского Института проблем нефти и газа. Там разберутся с химическим составом и номенклатурой загрязнителей — где арктическое дизтопливо, где масла, где что-то еще».

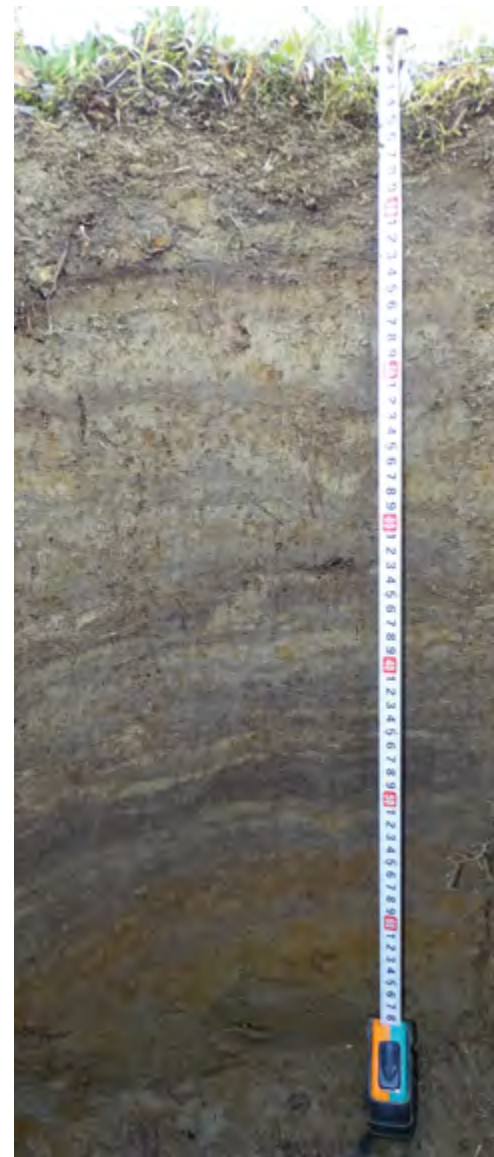
Подготовил **Андрей Соболевский**
Фото автора и предоставлены **Денисом Соколовым**



Лабораторные исследования образцов



Образцы



Аллювиальная глубоко-глиево-ватая почва

Научные изобретения руками детей

В рамках спецкурса под руководством ученых старшеклассники Экономического лицея собирают различные физические установки, пишут программы и создают компьютерные модели.

На протяжении почти 20 лет старший научный сотрудник Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН кандидат физико-математических наук **Василий Александрович Дедок** ведет в Экономическом лицее факультатив «Научно-проектная деятельность» для учеников старших классов. Ребята занимаются поиском, разбором и анализом научных идей, а также пытаются самостоятельно реализовать их на практике. «В течение года мы ищем интересные темы, например в книгах или научных журналах, а потом в рамках этой темы делаем какой-то проект. Изначально ученики занимались в основном теоретическими научными разработками в области математики, физики, хотя часто эти теоретические работы находили воплощение в рамках какой-то компьютерной программы. Тогда получалась целая компьютерная лаборатория, в которой можно было изучать какое-либо явление. А лет пять назад создаваемые лаборатории стали воплощаться в виде физических предметов. То есть результат можно уже не только представить на бумаге, в голове или компьютере — его можно потрогать руками, воспользоваться для решения какой-то конкретной задачи, — говорит Василий Дедок. — Весь курс обычно веду я один, но иногда подключаются и другие преподаватели. Обычно это физики, а вот в прошлом учебном году два проекта изначально были по математике и информатике, к которым мы впоследствии подключили учителя биологии, и они превратились в междисциплинарные, связанные с медициной и биоинформатикой. Современные технологии и инструменты предоставляют огромные возможности. Если в 2003 году нашему лицеисту, **Дмитрию Скоблякову**, в его проекте по диагностике предынфарктных состояний требовалось снятие ЭКГ на кардиографе, сканирование и распознавание кардиограммы с бумажного носителя, то 15 лет спустя все эти операции могут выполняться недорогим датчиком и микроконтроллером размером со спичечный коробок. И большую часть комплекующих можно в любой момент купить в ближайшем магазине радиодеталей без каких-либо ожиданий».

В течение года Василий Дедок совместно с руководством лицея планирует создать музей научно-технического творчества в стенах учреждения. Там будут собраны и представлены в виде стендов все сделанные руками старшеклассников установки. Эти модели действующие, ими можно воспользоваться. За всё время существования «Научно-проектной деятельности» таких изобретений накопилось достаточно много, несколько десятков. «Василий Александрович тоже наш выпускник. Он полностью посвящает себя этой работе. Благодаря ему дети, которые посещали курс, даже поменяли направление своей профессиональной области, когда выбирали вуз для поступления», — комментирует замдиректора МБОУ ЭКЛ **Елена Сергеевна Бондаренко**.

В работе над проектом есть и спортивная составляющая. Ребята участвуют



Однокатушечный металлоискатель индукционного типа, разработанный Александром Сыпченко и Владиславом Симоненко

в различных конкурсах и конференциях, где представляют свои проекты и соревнуются между собой: в первую очередь это Городская открытая научно-практическая конференция Новосибирского научного общества учащихся «Сибирь». «Мы стараемся не ограничиваться одним Новосибирском и, когда есть такая возможность, подаем заявки на все возможные мероприятия, проходящие в стране. Например, «Интел-Династия-Авангард», в нем мы приняли участие в прошлом году; также «Открой в себе ученого», «Путь в науку», «Старт в науку» — это конкурсы, которые проводят ведущие вузы России. Есть еще конференция «Сахаровские чтения», которая была организована академиком **Жоресом Ивановичем Алфёровым**, Всероссийский конкурс научно-инновационных работ для старшеклассников компании Siemens, школьная секция Международной научной студенческой конференции, которая проходит в физико-математической школе при Новосибирском государственном университете», — рассказывает Василий Дедок.

Среди слушателей курса «Научно-проектная деятельность» как ученики 8–9 классов, так и старшеклассники. Например, **Дмитрий Григоренко** и **Дмитрий Кузеванов** из 11 класса сделали по прототипу Google Glass свою модель смарт-очков. Они распечатали на 3D-принтере пластиковый корпус, в который вошли батарейка, зеркало, линза, проекционный экран и восьмисегментный индикатор. Устройство представляет собой насадку, которая надевается на дужку любых очков. Оно работает по принципу перископа: в приборе стоит индикатор, есть зеркало и экран, куда приходит проекция изображения. Такое устройство позволяет человеку получать дополнительную информацию визуальным способом. По словам мальчиков, если поставить в конструкцию более мощный дисплей, то можно проецировать данные гораздо сложнее. «Когда мы создавали проект, у нас была цель: передавать изображения с вольтметра на дисплей. Например, когда у человека заняты руки, ему не нужно лишний раз отвлекаться от работы, чтобы получить какую-то информацию с его измерительного прибора, за него это делает устройство. Это может быть также и помощник пилота или врача. Суть в том, что ты имеешь возможность в режиме реального времени получать дополнительную информацию», — говорит Дмитрий Григоренко.

Примеры похожих устройств — это система проецирования данных спидометра на лобовое стекло автомобиля. «Чтобы усовершенствовать наше устройство, мы хотим добавить Bluetooth-модуль для дистанционной передачи данных. По радиоканалу любая дополнительная информация будет передаваться, к примеру, на смартфон. Также планируем поставить лучший дисплей, доработать сам корпус, спрятать торчащие провода. Идею придумали не мы. Подсмотрели случайно в интернете, но не просто скопировали, а вложили в нее и кое-что свое», — рассказывает Дмитрий Кузеванов.

Другой одиннадцатиклассник лицея, **Алексей Легоньков**, реализовал программу, помогающую ориентироваться в пределах здания. Его проект QR-reader — это написанная компьютерная программа-навигатор. «Сейчас в крупных торговых центрах установлено много информационных табло, по которым можно легко найти маршрут до нужного пункта. Эта идея показалась мне интересной», — объясняет лицеист. В обычном приложении GPS/GLONASS-навигатора есть определенные погрешности, на улице они могут быть незначительными, но для ориентирования в здании — критичными. Поэтому Алексей Легоньков предложил использовать QR-коды, в которых зашифровано местоположение точки старта человека, находящегося в помещении. В разработанном приложении отмечается точка, куда необходимо попасть. Заранее загруженные в приложение маршруты помогают быстро и точно сориентироваться, например в масштабах школы или больницы. В зависимости от запроса пользователя они выводятся на экран его смартфона. По словам Алексея, для этого не нужен Wi-Fi с доступом во Всемирную паутину, всё делается локально: нужно просто заранее скачать приложение и навести камеру на QR-код. Если доступ к Сети всё же есть, то в теории приложение может получать какие-то дополнительные данные в режиме онлайн.

«Я подумал, вдруг у человека нет доступа к интернету? Тогда он может просто подключиться к заранее установленной переносной точке локально, где уже будет APK-файл (установочный файл), который можно скачать, не используя подключение к интернету», — говорит Алексей Легоньков. Приложение лицеист писал сам, для построения заранее прописанных маршрутов он разработал специальную алгоритм, который вычисляет любой необходимый путь. В ближайших планах Алексея — улучшить интерфейс

приложения и уровень защищенности данных. Он хочет разместить разработку на площадке Google Play, а сам программный код для модернизации оставить следующим поколениям лицеистов.

Ученики помладше тоже активно придумывают и изобретают. **Лев Квасников** присоединился к факультативному курсу в восьмом классе. У коллег из Новосибирского государственного университета он и Василий Дедок нашли видеоролик, где был продемонстрирован двухподвесный маятник. Еще более эффективными и захватывающими являются ролики, в которых вместо простого груза к такому маятнику привязывают банку с краской с отверстием в дне. Колебания такого объекта создают фантастические узоры и картины. Льву захотелось попытаться исследовать этот объект, сделав его самостоятельно. Этот проект посвящен созданию компьютерной модели, решающей основную задачу механики — определение положения груза.

Сначала он собрал модель, которая воспроизводит все физические свойства объекта. Однако далеко не всегда такую установку можно сделать и произвести полноценное исследование. В этом случае прибегают к математическому описанию. «Мы захотели на примере более простого одноподвесного маятника освоить технологию компьютерного моделирования, чтобы можно было имитировать произвольные системы, поддающиеся гравитационным силам. Методы, которые мы изучали, могут применяться в том числе и для расчета траекторий любых объектов, например ракет», — говорит Василий Дедок.

По факту в команде, не считая куратора, Лев Квасников один. Он полностью вручную делал свою установку. Программу для моделирования движения такого типа установки ему помогали писать преподаватели лицея. «Я хочу усовершенствовать разработку и в итоге научиться проектировать движения устройства с двумя подвесами. Это намного сложнее: одноподвесный маятник может двигаться только в одной плоскости, а степеней свободы у конструкции с двумя подвесами гораздо больше. С точки зрения написания кода тоже появляются свои сложности, над которыми я сейчас работаю. Этот проект плотно связан как с программированием, так и с физикой. В конечном итоге должна получиться компьютерная лаборатория, в которой можно будет задавать как простые параметры вроде длин подвесов, так и более сложные, такие как сила сопротивления воздуха», — комментирует Лев Квасников.

Идеи для своих изобретений ребята предлагают также сами. Например, в девятом классе **Александр Сыпченко** и **Владислав Симоненко** решили сделать однокатушечный металлоискатель индукционного типа, который управляется с помощью контроллера Arduino Uno. Его предназначение — поиск металлических предметов.

«Идея создания пришла после случая, когда Владислав потерял свои ключи в снегу. Нам пришла мысль найти спо-

Юность инноваций

Подведены итоги второй профильной смены кампуса молодежных инноваций «Цифровой мегаполис», где школьники самостоятельно разработали более 40 проектов, призванных улучшить жизнь общества. Среди них и робот-дезинфектор, и симулятор леса, и счетчик летучих мышей, и ножной браслет для незрячих людей, и многое-многое другое.

соб решить эту проблему быстрее, чтобы достаточно было провести металлоискателем по сугробу и сразу обнаружить потерю. Тогда и подумали, почему бы не попробовать сделать такое изобретение? Нашли, как можно реализовать эту идею, немного ее усовершенствовав», — рассказывает Александр Сыпченко.

Режим занятий таков, что сначала обсуждаются все текущие проблемы, с которыми столкнулись мальчики, и дальше происходит поиск способов их решения. «Таких проектов в рамках курса три-пять, нужно каждому уделить внимание, чтобы осветить все проблемы. Ребята также стараются давать какие-то советы, искать пути модернизации», — объясняет Василий Дедок. Всего было несколько версий этого прибора: на начальном этапе при подаче электропитания установка мальчиков просто дымилась. Дальше Александр и Владислав учли ошибки и продолжили работать над металлоискателем.

«По своей специальности мы не электронщики, поэтому многим вещам приходится учиться на ходу. Еще одна версия начинала работать, но со сбоями. Оказалось, что во время паяния один из контактов был плохо припаян и при переноске устройства просто отсоединялся. Сейчас рабочий вариант, например, может распознать, что под столом лежит монета. Устройство начинает реагировать, загорая лампочки», — говорит Владислав Симоненко.

Старшеклассники планируют увеличить дальность расстояния считывания металла и добавить возможность определения типа металла. Еще ребята хотят вставить в корпус прибора катушку, сделать длиннее провод, соединяющий катушку с платой, и добавить аккумулятор для того, чтобы устройство получилось компактным и переносным.

С этим проектом мальчики выступали на Городской научно-практической конференции НОУ «Сибирь» в секциях «Физика» и «Технология», где заняли призовые места. После выпуска ребята планируют оставить прибор в музее лица.

Еще одно изобретение принадлежит отдельно Александру Сыпченко. В прошлом учебном году, в десятом классе, он занимался сейсмографом для измерения горизонтальных и вертикальных колебаний. Всё началось с того, что Александра привлек вопрос изучения и предугадывания землетрясений в Японии. В такой установке находятся магнит и катушка, в которой при возникновении колебаний образуется индукционный ток, подающийся на усилитель и контроллер. Все данные переносятся на компьютер, после чего на их основе Александр строил графики колебаний. «Этот проект интересен тем, что с его помощью можно изучать колебания с точки зрения как физики, так и технологии. Например, отслеживать колебания Коммунального моста, чтобы предсказывать ситуации, когда они становятся критичными», — добавляет Александр Сыпченко.

С этой установкой ученик лицея выступал на городской научно-практической конференции. Также его работа была отмечена на школьной секции МНСК на секции «Физика». «Я агитирую мальчиков поучаствовать в конкурсах на космическую тематику. Есть международный конкурс CanSat, где необходимо создать спутник размером с жестяную банку. Сам конкурс проходит в течение года. В нем мы, надеюсь, тоже проявим себя», — говорит Василий Дедок. — Сейчас у ребят есть множество прекрасных возможностей испытать себя. Их нельзя упускать».

Анастасия Федотова

Фото предоставлено Василием Дедком

«Цифровой мегаполис» — крупный федеральный проект, который реализуется при поддержке Министерства просвещения РФ в рамках национального проекта «Образование» и национальной программы «Цифровая экономика». В Новосибирске им занимается «Школа НООГЕН», которая в 2019 году стала победителем грантового конкурса на проведение тематических смен для школьников по передовым направлениям дискретной математики, информатики и цифровых технологий. Цель проекта: формирование необходимых soft skills и hard skills у детей в области цифровых технологий, а кроме того — повышение квалификации педагогов в сфере цифровых технологий и онлайн-образования.

В рамках «Цифрового мегаполиса» проводятся четыре смены в год. Задача участников — за две недели при поддержке наставников придумать и разработать проект, находящийся в области междисциплинарных исследований и значимый для той или иной социальной группы. В течение этого времени ребята также обучаются необходимым навыкам цифровых технологий, проектирования и продвижения проектов, проходят различные тренинги и тренинговые игры. Так, в одной лаборатории осваиваются технологии быстрого проектирования и прототипирования новых продуктов. В другой — создаются современные информационные и навигационные системы с применением технологий дополненной и виртуальной реальности. В третьей — разрабатываются игровые платформы, позволяющие обучать и развивать человека в интересной и увлекательной форме. В четвертой — проектируются системы автоматического распознавания объектов и цифровые помощники человека. В рамках кампуса также работают лаборатории цифрового маркетинга, городской культуры и цифрового искусства, робототехники и умного города. Обучение идет по двум направлениям: hard skills (практикумы, инструменты работы с программами) и soft skills (критичность мышления, способность придумывать новое, работать в команде над общим результатом).

«Мы развиваем детские способности генерировать идеи. Создаем специальные условия, в которых это возможно делать. С одной стороны, у нас есть хорошие технологические ресурсы, с другой — установки на создание не потребителей цифровых технологий, а творцов, использующих цифровые блага, чтобы менять нашу жизнь к лучшему», — рассказывает руководитель МАУ «Городской центр проектного творчества», преподаватель Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики Надежда Александровна Андреева.

Участие в «Кампусе» бесплатное. Кроме того, организаторы специально не делают ставку на отбор именно одаренных детей, предоставляя шанс проявить себя абсолютно каждому, вне зависимости от уровня начальной подготовки. «Здесь за 14 дней в концентрированной и богатой на разноплановые инструменты среде ребенок может сделать очень большой прыжок в своем образовании. Кроме того, много времени мы уделяем мотива-



Участники второй смены проекта «Кампус молодежных инноваций»

ции детей. Если человек сам сгенерировал идею и ее ему не навязали, не подали под хорошим соусом, то он держится за нее очень крепко. Мы рассчитываем, что когда всё закончится и пул наших интеллектуальных вложений ослабеет, у детей останется своя энергетика, которая позволит им реализовывать задуманный проект, довести его до логического конца. Это достаточно ювелирная работа, но мы уже видим ее результаты», — говорит Надежда Андреева.

В прошедшей смене участвовали 150 детей, они подготовили 44 проекта. Среди них робот-дезинфектор для обеззараживания общественных пространств, приложение для опознавания лиц — оно, например, позволит автоматизировать учет посещаемости школьников и студентов: прибор ставится на входе в помещение, определяет лицо и отмечает в системе, что человек пришел на урок или лекцию. А также тренажер для вестибулярного аппарата (бытовой и безопасный аналог центрифуги для космонавтов), ножной браслет для незрячих людей. Кроме того, на «Кампусе» были представлены симулятор леса — игра, сюжет которой основан на выживании в лесу, и макет устройства, которое будет считать летучих мышей по их природным ультразвуковым сигналам. Оно предназначено для чердаков, подвалов, крыш. «Этот счетчик пригодится биологам, чтобы отслеживать мышей, прогнозировать, куда они полетят дальше, контролировать эпидемиологическую ситуацию. Он изготавливается довольно просто, а его стоимость будет составлять всего несколько тысяч рублей (тогда как ближайший аналог стоит 60 тысяч рублей). Мы планируем работать над ним и дальше. Было бы здорово, если бы датчик через аналоговый порт выводил точную высоту пика мыши, поскольку по ней можно было бы определить вид. Также если разбросать эти датчики по городу, можно было бы создать карту перемещения мышей», — рассказывает ученица 8 класса школы № 172 Елена Головина.

Один из координаторов «Кампуса», младший научный сотрудник Института систематики и экологии животных СО РАН Алексей Алексеевич Маслов, профессионально занимается изучением летучих мышей. «То, что такой проект появился на «Кампусе» — просто совпадение,

удачное для меня. У одной из девочек на даче жили летучие мыши, которые вызвали у нее интерес. Про них она вспомнила здесь, идею поддержали организаторы, и пошло-поехало, а потом уже про это узнал я, — говорит Алексей Маслов. — Я давно сотрудничаю со «Школой НООГЕН», на «Кампусе» состою в команде преподавателей по направлению soft skills. Моя задача здесь — проводить мероприятия разных форматов на развитие мышления и помогать детям придумать оригинальные проектные идеи. Над счетчиком летучих мышей я буду работать с ребятами и дальше. Мы планируем развесить эти счетчики по Новосибирску и, возможно, соберем похожую систему в пещере на Алтае».

Победителей в «Кампусе» нет, но есть специальный лист, в котором оценивается новизна проекта, его техническая сложность, социальная востребованность, полнота проработки и то, сколько шагов нужно сделать для его реализации. Организаторы собираются приложить все усилия, чтобы жизнь детских задумок не заканчивалась вместе со сменой кампуса.

«Мы планируем создать службу сопровождения проектов, сделанных здесь, которая помогала бы выстраивать отношения между группой разработчиков-проектировщиков (наших ребят) и стороной интересантов. Например, если проект создан для организации какой-то городской среды, то мы хотим свести его создателей с представителями министерства культуры. В этом направлении предстоит сделать много работы. Но мы поставили перед собой задачу, чтобы как минимум 10 % от предложенных ребятами идей нашли воплощение в реальной жизни города и были востребованы разными целевыми группами, — рассказывает Надежда Андреева. — Делая ставку на наших детей, можно рассчитывать через некоторое время на появление пула инновационных проектов, которые выведут Россию на рубеж национально-технологического развития, заложенный в повестке научного-технологического развития России».

За помощь в подготовке материала редакция благодарит Дарью Амеличеву.

Диана Хомякова

Фото предоставлено организаторами

Сибирские ученые исследовали хлоридные рассолы Сибирской платформы

На протяжении 20 лет гидрогеологи из Института земной коры СО РАН (Иркутск) в сотрудничестве с коллегами из Франции, Канады и Китая выполняли комплексные исследования подземных вод в пределах крупных артезианских бассейнов Сибирской платформы. Результаты исследований позволили не только получить фундаментальные знания о подземной гидросфере, но и предложить способ практического освоения месторождений уникального полезного ископаемого — концентрированных поликомпонентных рассолов, так называемой жидкой руды. Этому посвящена статья, опубликованная в журнале «Прикладная геохимия».

Высококонцентрированные хлоридные рассолы — уникальные жидкие растворы, в которых растворенного вещества больше, чем воды, и чье происхождение в осадочных и магматических породах представляет фундаментальную проблему современной гидрогеологии и гидрогеохимии. Рассолы Сибирской платформы — не исключение. Их происхождение до сих пор — предмет оживленной дискуссии. Причина различных точек зрения о генезисе рассолов — не только своеобразный химический состав и высокая минерализация подземных вод, но и широкое распространение рассолов на огромной площади древнейшего блока континентальной коры Земли. Существует несколько гипотез, по-разному объясняющих формирование особого состава и высокую минерализацию (более 600 граммов в литре). Например, магматическая гипотеза говорит о происхождении рассолов из растворов, поступающих из мантии, где преобладает среда с гидрохлоридом кальция, а гравитационная — о перераспределении ионов рассолов в глубине Земли согласно их атомному весу. В последние десятилетия многие ученые привлекают для объяснения происхождения концентрированных подземных вод процессы взаимодействия между захороненными водами древних морей и вмещающими их породами. Благодаря использованию новейших геохимических и изотопных методов иркутским ученым удалось показать, что хлоридные натриевые рассолы Сибирской платформы сформировались в процессе выщелачивания и растворения галогенных пород (это так называемые инфильтрационные рассолы), а хлоридные кальциевые — в результате изменения состава древней морской воды в масштабах геологического времени (их называют седиментогенными рассолами).

К настоящему времени в пределах нефтяных, газоконденсатных и алмазных месторождений пробурены сотни глубоких скважин, из которых гидрогеологами отобраны пробы рассолов с различной глубиной: от 50 до 3 662 метров. Отобранные пробы подземных вод исследованы в лабораториях: химический состав — в Иркутске и Томске, а содержание стабильных изотопов (кислорода, водорода, хлора, брома, стронция) — во Франции, Канаде, Китае, Владивостоке.

Какие они — рассолы?

По словам одной из авторов научной публикации ведущего научного сотрудника ИЗК СО РАН доктора геолого-минералогических наук Людмилы Павловны Алексеевой, подземные хлоридные кальциевые и натриево-кальциевые рассолы, которые представляют собой потенциальное гидроминеральное сырье, широко распространены на Сибирской платформе в пределах артезианских бассейнов (Ангаро-Ленского, Тунгусского, Якутского и Оленёнского). Важная особенность строения геологического разреза осадочного чехла Сибирской

платформы — широкое распространение мощных пластов каменной соли в центральной и южной частях. К северу они выклиниваются, формируя терригенно-карбонатный разрез с многочисленными алмазонасными кимберлитовыми трубками (уходящая вглубь конусообразная структура, верхняя часть которой напоминает расширяющийся раструб, а нижняя — узкую трубу). Формирование и распространение хлоридных рассолов зависит от пластов каменной соли, точнее — от их наличия или отсутствия в геологическом разрезе.

В соленосных районах (в центральной и южной частях платформы) по отношению к пластам каменной соли гидрогеологи традиционно выделяют подсолевую, соленосную и надсолевую гидрогеологические формации. В Ангаро-Ленском артезианском бассейне распространены хлоридные натриевые и кальциевые рассолы различной крепости, то есть с различной соленостью. С точки зрения освоения подземных рассолов как промышленных вод наиболее перспективные — соленосная и подсолевая гидрогеологические формации, поскольку именно в них сосредоточены основные ресурсы высококонцентрированных вод с ураганными содержаниями лития, брома, стронция, рубидия и других ценных компонентов, которые в десятки раз превышают минимальные промышленные концентрации.

Тунгусский артезианский бассейн — крупнейший резервуар соленых вод и рассолов. Хлоридные натриево-кальциевые рассолы широко распространены в разрезе на глубине от 500 до 3 000 метров в галогенно-карбонатных толщах с пластами каменной соли, мощность которых составляет десятки метров. В осадочных породах Якутского бассейна в соленосной и подсолевой гидрогеологических формациях вскрываются крепкие и весьма крепкие хлоридные натриевые и кальциевые рассолы. На северо-западе с ним граничит Оленёнский артезианский бассейн — несоленосная гидрогеологическая структура. Здесь нет мощных выдержанных пластов каменной соли и типичных для Сибирской платформы хлоридных натриевых рассолов. В этом бассейне распространены соленые воды и рассолы хлоридного исключительно кальциевого или магниевых-кальциевого состава, которые занимают осадочный чехол полностью, включая обводненные зоны в кимберлитовых трубках.

Исследование изотопного состава крепких подземных растворов Сибирской платформы позволило привести больше доказательств происхождения высокоминерализованных хлоридных кальциевых рассолов в результате постепенного преобразования состава древней морской рапы, захороненной вместе с осадками пятьсот миллионов лет назад.

Почему рассолы уникальны?

В России подземные хлоридные кальциевые и натриево-кальциевые рассо-

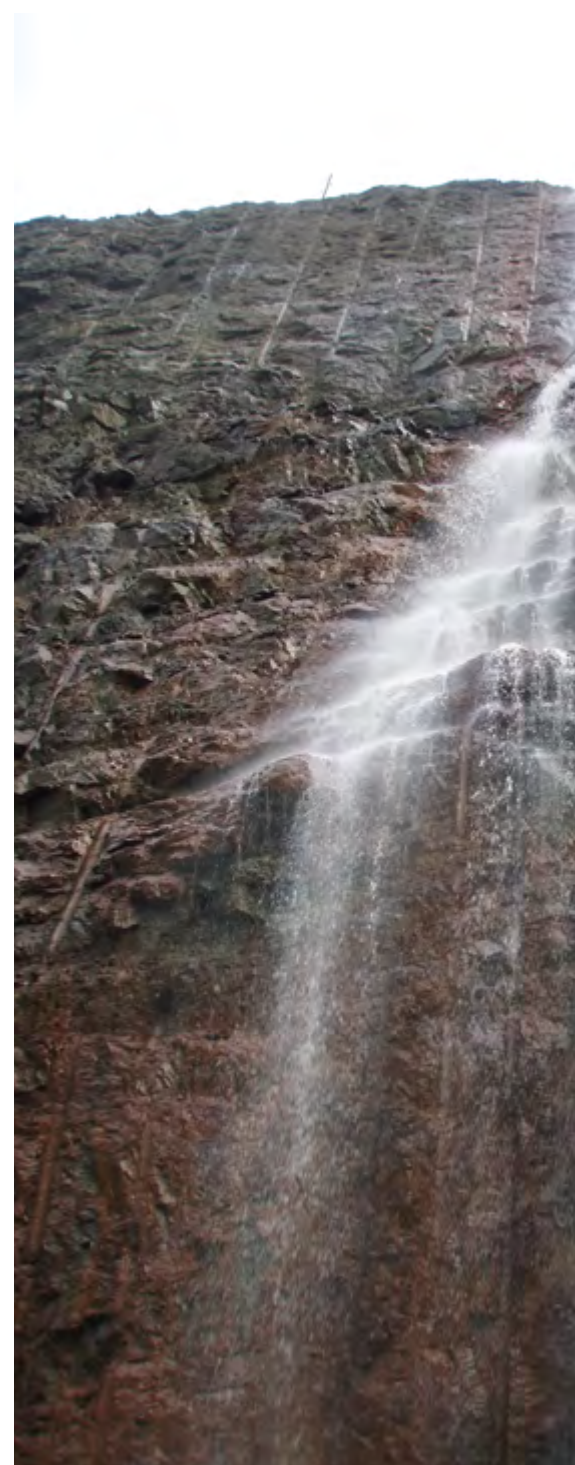
лы широко распространены в пределах Сибирской платформы. Наиболее соленые их разновидности с общей минерализацией свыше 36 г/л подразделяются (согласно классификации члена-корреспондента РАН Евгения Викторовича Пиннекера) на слабые (36–150), крепкие (150–320), весьма крепкие (320–500) и предельно насыщенные (>500 г/л). Среди крепких и весьма крепких рассолов исследователей давно привлекают так называемые хлоридные кальциевые их разности, то есть рассолы, в составе которых резко доминирует соль CaCl_2 , исключительно редко встречающаяся в недрах земли. Они обладают самой высокой соленостью на планете и содержат необычно высокие концентрации K, Sr, Br, Li, Rb, Ba, других металлов, а также CH_4 , H_2S , часто CO_2 и редких газов. Именно из-за высокого содержания многих химических элементов рассолы уникальны и представляют необычно богатую жидкую руду, ценный гидроминеральный ресурс.

Новейшие геохимические и изотопные данные подтверждают, что хлоридные натриевые рассолы имеют инфильтрационное происхождение, то есть образуются в результате проникновения вод в уже сформировавшиеся породы из-за растворения и выщелачивания галогенных пород. Высококонцентрированные подземные хлоридные кальциевые воды — результат постепенного преобразования состава древней морской рапы (высокоминерализованный раствор), захороненной вместе с осадками пятьсот миллионов лет назад.

Как можно использовать рассолы?

Рассолы привлекают внимание как источник извлечения многих ценных компонентов (в том числе лития и брома). Однако хлоридные кальциевые подземные воды Сибирской платформы относятся к рассолам, не концентрируемым по литию, поскольку в них очень высокое содержание кальция и магния. Ученые ЗАО «Экостар-Наутех» разработали технологию переработки природных хлоридных рассолов любого геохимического типа. Она основывается на предварительном обогащении рассолов литием. Это процесс, при котором Li-ионы из рассола сорбируются поверхностью твердых частиц сорбента и извлекаются с ними из раствора. Так получается литиевый концентрат, из которого впоследствии производят литиевые продукты ($\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$, Li_2CO_3 , $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Только на Верхнеленском месторождении, расположенном в пределах Ангаро-Ленского артезианского бассейна, запасы рассола могут обеспечить ежегодное производство более 17 000 тонн карбоната лития (Li_2CO_3). Это количество превышает производственные мощности некоторых действующих установок по извлечению лития из озерных рассолов в Китае, США и Аргентине. Карбонат лития применяется в пиротехнике, производстве стекол и пластмасс, электроизоляционного фарфора, а также в чер-



Разгрузка хлоридных рассолов в борту карьера



ной металлургии (десульфурация стали), в сельском хозяйстве в качестве удобрения и кормовой добавки.

У такой технологии переработки рассолов есть свои достоинства. Одно из них — это быстрый способ получения литиевого концентрата, позволяющий производить из него все виды литиевой продукции, а также попутные товарные продукты. Другое достоинство — неизменность состава рассола после выделения лития в виде концентрата и возможность получения из остаточного рассола (после сорбционного извлечения лития) широкого ассортимента продукции, включая бром, соединения магния, кальция и натрия, а также реагентов для

Космос под ногами, или светящиеся черви сибирской тайги

Исследователи из красноярского Института биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» и московского Института биоорганической химии имени академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН на протяжении многих лет изучают химическую природу биолюминесценции земляных червей, обнаруженных на территории Сибири. «Наука в Сибири» подробнее узнала о том, почему черви светятся, как выглядят и где их можно найти.

Для теплых морей, океанов и тропических лесов светящиеся организмы — явление абсолютно привычное: живые фонарики обитают в воздухе и в воде, бегают по земле и растут на деревьях. Однако, как оказалось, встретить подобное можно и в лесах Сибири, где светятся ранее не известные науке черви из рода Фридерия (вид *Fridericia heliota*) и рода Хенлея (два родственных вида, которым дали фамилии открывших их красноярских исследователей из лаборатории фотобиологии ИБФ СО РАН: кандидатов биологических наук **Валентина Николаевича Петушкова** и **Нatalьи Сергеевны Родионовой** — *Henlea petushkovi* и *Henlea rodionovae*).

Биолюминесценцией называют излучение света живыми организмами, которое происходит благодаря химической реакции окисления небольшой органической молекулы — люциферина. Реакцию катализирует особый фермент — люцифераза. Иногда в реакции участвуют дополнительные субстраты, например флавиномононуклеотид (ФМН) или аденозинтрифосфат (АТФ). «Когда мы начали работать с червями, в мире были известны структуры только семи природных люциферинов, последняя из них была расшифрована более четверти века назад. Что касается земляных червей, то считалось, что их биолюминесценция происходит по единому механизму», — говорит Наталья Родионова.

Обычно светятся тропические и субтропические черви — мегасколециды и люмбрициды, размером от 10 до 60 см. В ответ на раздражение они выделяют слизь, где сосредоточены специальные клетки с биолюминесцентными реагентами. Клетки лопаются, и слизь начинает светиться. Люциферин у этих червей одинаковый, это простой альдегид, в окислении которого участвует перекись водорода. А вот люциферазы индивидуальны, они определяют цвет биолюминесценции: голубой, зеленый или желтый. Эталонным образцом такой биолюминесценции является *Diplocardia longa* — крупный червь, обитающий в песчаных почвах на юге Джорджии (США).

Сибирские черви намного меньше размером: 2–5 см и 2–10 мг весом. Первые их нашли в тайге, случайно увидев ночью голубые звездочки под ногами. Оказалось, что светятся какие-то неизвестные олигохеты из семейства энхитреид. Сначала удалось определить родовые имена червей, а описание их как новых видов было сделано лишь через несколько лет. В лесной почве преобладали фридерии, хенлей было лишь около 1 %.

Первыми ученые начали исследовать фридерий. Ночами в тайге исследователи по свечению в земле искали места обитания фридерий, отмечали их, днем на помеченных местах набирали образцы почвы. Чтобы выделить компоненты биолюминесцентной системы, необходимо достаточно большой объем биомассы. По словам Натальи Родионовой, в 2000-х годах вручную собрали несколько сотен тысяч светящихся земляных червей. В лаборатории ученые разделяли их

по видам, промывали и замораживали, накапливая для дальнейших биохимических анализов. Оказалось, что у фридерии светятся только точки на теле. А механизмы биолюминесценции хенлей и фридерий отличаются не только друг от друга, но и от всех известных ранее. «Нам удалось разрушить теорию о единой биолюминесцентной системе земляных червей», — объясняет Наталья Родионова.

В ходе исследования ученые обнаружили, что для реакции свечения *Fridericia heliota* нужен аденозинтрифосфат (АТФ) и ионы магния. Но содержание ключевого компонента биолюминесцентной реакции — люциферина — в биомассе червей было крайне низким. Удалось выделить лишь 5 мкг чистого люциферина, что было недостаточно для структурного определения на самом современном ЯМР-спектрометре. Решить проблему помогло обнаружение в биомассе фридерий неактивных аналогов люциферина, основным из которых был CompX, и его было в 30 раз больше. Московские специалисты из Института биоорганической химии РАН методами ЯМР- и масс-спектроскопии исследовали присланный образец CompX и по полученным данным предложили его структуру. Несмотря на кажущуюся простоту, молекулу с таким строением в природе еще никто не находил. Позже выяснилось, что CompX является структурным ядром самого люциферина. «Этот факт стал ключевым моментом в расшифровке структуры люциферина», — говорит Наталья Родионова. — Коллеги предложили четыре наиболее вероятных изомера, химики их синтезировали, и один из них засветился в реакции с люциферазой фридерии в присутствии АТФ. Случилось это в 2013 году. Так люциферин *F. heliota* стал восьмым в мировом списке природных люциферинов. Теперь химики из нашей команды могут синтезировать его в неограниченном количестве». Однако работа по выделению гена люциферазы всё еще продолжается.

Что касается хенлей, ученые нашли их в Иркутской области, в огородной земле прибайкальских поселков. Позже этих червей нашли и в окрестностях

Красноярска. Выяснилось, что *Henlea petushkovi* и *Henlea rodionovae*, отличаясь морфологическими и анатомическими деталями, имеют одинаковую биолюминесцентную систему. Она включает четыре основных компонента: люциферазу, люциферин, ион кальция и кислород. Недавно исследователи обнаружили и выделили еще два низкомолекулярных компонента, способных активировать биолюминесцентную люциферин-люциферазную реакцию. В ближайших планах красноярских ученых — расшифровка структур найденных активаторов и люциферина *Henlea*, исследование ее люциферазы, описание полного механизма этого типа биолюминесценции, а также завершение работ по изучению *F. heliota*. Обе биолюминесцентные системы очень перспективны для практического применения в аналитике различных веществ в области медицины, экологии и др.

В 2017 году в почве прибайкальских поселков Петушков и Родионова обнаружили еще один вид биолюминесцентных червей: *Microscoclex phosphoreus*. «Эти черви, светящиеся зеленым светом, были известны науке и раньше, но в России их никогда не находили. У них перекись-зависимая биолюминесцентная система типа *D. longa*, — поясняет Наталья Родионова. — Теперь можно сказать, что у сибиряков под ногами живут целых четыре вида светящихся червей. При этом мало кто их видел!»

«В прошлом году мы провели сравнение биолюминесцентных систем всех видов олигохет, что были у нас в лаборатории, — сибирских и зарубежных. И установили уже четыре типа биолюминесценции для земляных червей: *D. longa*, *Henlea sp.* (*H. petushkovi* и *H. rodionovae*), *Fridericia heliota* и *Avelona ligra*», — говорит Наталья Сергеевна. Изучение биолюминесценции люмбрициды *A. ligra* — следующая задача красноярских ученых. Над ней они будут работать совместно с московскими коллегами и французским биологом **Марселем Кокеном**.

Анастасия Федотова
Фото предоставлено
Натальей Родионовой



Земляной червь *Henlea sp.*



Фонтирующая рассолом скважина «Удачная» (Западная Якутия)



Фонтанирующая рассолом скважина (Западная Якутия)

реализации этой комплексной технологии. Добыча рассолов дешевле, чем твердых полезных ископаемых, а продукт, полученный из промышленных вод, имеет низкую себестоимость. «Разработанная технология доступна для промышленного использования и позволит России не только восстановить литиевую и бромную промышленность, но и получить востребованные попутные продукты. Рассолы — это стратегический сырьевой источник XXI века», — говорит Людмила Алексеева.

Анастасия Федотова
Фотографии предоставлены
Людмилой Алексеевой

**Вниманию читателей «НвС»
в Новосибирске!**

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ, литературном магазине «Капиталь» (ул. Максима Горького, 78) и Сибирском территориальном управлении Министерства науки и высшего образования РФ (Морской пр., 2, 2-й этаж).

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

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

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

Подписано к печати: 20.10.2020 г.
Объем: 2 п. л. Тираж: 2 000 экз.
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.
Периодичность выхода газеты —
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати
России, ISSN 2542-050X.
Подписной индекс 53012
в каталоге «Пресса России»:
подписка-2020, 2-е полугодие.
E-mail: presse@sb-ras.ru,
media@sb-ras.ru
Цена 11 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2020 г.

БАКАНСИЯ

**Институт медицины и психологии
В. Зельмана Новосибирского государ-
ственного университета** объявляет
конкурс на замещение вакантной долж-
ности заведующего кафедрой сравни-
тельной психологии.

Требования к кандидатам: ученая
степень и ученое звание, стаж науч-
но-педагогической деятельности по
соответствующему профилю в НГУ
не менее пяти лет, опыт руководящей
работы в научных организациях или
вузах не менее пяти лет.

Срок подачи документов: один месяц
со дня публикации объявления.

Документы подавать по адресу:
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1,
Институт медицины и психологии НГУ,
конкурсная комиссия. Тел. 363-40-08.

ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигент-
ному человеку? Подпишите его на газе-
ту «Наука в Сибири» — старейший науч-
но-популярный еженедельник в стране,
издающийся с 1961 года!
И не забывайте подписаться сами.



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

Сайт «Науки в Сибири»
www.sbras.info

Насколько вредны для человека и окружающей среды пестициды?

Как сильно вредят человеку и окружающей среде используемые на посевах сельскохозяйственных культур пестициды? Какое именно воздействие на организм могут оказывать эти препараты, и как быстро они выводятся из почвы?

Отвечает заведующая лабораторией за-
щиты растений Сибирского научно-ис-
следовательского института земледе-
лия и химизации сельского хозяйства Си-
бирского федерального научного центра
агробиотехнологий РАН академик **Ната-
лия Григорьевна Власенко**:

«Пестициды — это химические пре-
параты, используемые для уничтожения
сорняков, вредителей, различных гриб-
ков, эктопаразитов домашних питомцев,
переносчиков опасных заболеваний че-
ловека и животных. Однако пестици-
ды, применяемые в сельском хозяйстве,
обладают токсичностью не только для
вредных организмов, но и человека, жи-
вотных, несут опасность для окружаю-
щей среды. При нарушении технологии
использования эти химические препа-
раты неизбежно вызывают глубокие из-
менения всей экосистемы, в которую их
внедрили. Легко растворяясь в дожде-
вой воде, они проникают в почву, вызы-
вая деградацию сообществ обитающих
в ней различных микроскопических су-
ществ. Кроме того, пестициды отрица-
тельно воздействуют на здоровье чело-
века: как прямо, так и опосредованно,
накапливаясь в сельскохозяйственных
продуктах.

С другой стороны, при правильном
использовании пестициды не причинят
существенного вреда, а наоборот, по-
могают спасти урожай, повысить каче-
ство продукции. Во-первых, препара-
ты применяют только в случае, когда без
них нельзя обойтись. Например, числен-
ность вредителей такова, что они спо-
собны полностью уничтожить урожай.
При поражении картофеля возбудителем
фитофтороза не миновать существенных
потерь и снижения качества продукции.
Засоренность посевов зерновых куль-
тур снижает урожайность, вызывает за-
грязнение зерна семенами сорняков, в
результате его нельзя использовать для
пищевых и кормовых целей. Во-вторых,
применение каждого пестицида строго
регламентируется. Прежде всего, ука-
зывается, на каких культурах разрешено
применение того или иного препарата.
Для каждой культуры рассчитаны нор-
ма расхода, кратность применения, срок
последней обработки (временной интер-
вал между последним применением пре-
парата и уборкой урожая, необходимый
для разложения пестицида до нетоксич-
ных соединений), время выхода на руч-
ные и механизированные работы, про-
писываются вредные объекты, на кото-
рые направлено действие препарата, а
также классы опасности для человека и
пчел согласно Гигиенической классифи-
кации пестицидов по степени опасности.
Эти параметры должны четко соблюдаться,
так как являются основой получе-
ния чистой продукции. О ее безопасно-
сти судят по величине остаточных коли-
честв пестицидов в ней. Зафиксированы
нормы содержания пестицидов не толь-
ко для овощей и фруктов, но также для
мяса, яиц и молочных продуктов. Нель-
зя забывать, что вся пища животного про-
исхождения может содержать пестици-
ды. Их содержание не должно превышать
максимально допустимого уровня (МДУ),
который устанавливается медиками и
считается безопасным для здоровья че-



ловека. Все эти параметры указаны в Го-
сударственном каталоге (списке) пести-
цидов и агрохимикатов, разрешенных к
применению на территории Российской
Федерации на текущий год.

На пестициды, попавшие в почву,
оказывают влияние различные небио-
тические и биотические факторы и про-
цессы как в период их эффективно-
го действия, так и в дальнейшем, когда
препарат уже становится остаточным.
Физические и химические свойства поч-
вы влияют на преобразования находя-
щихся в ней препаратов. Так, глины,
окислы, гидроокислы и ионы металлов, а
также органическое вещество почвы ис-
полняют роль катализатора во многих ре-
акциях разложения пестицидов. Обычно
это разложение происходит при участии
микроорганизмов: бактерий, грибов и
высших растений. Существует очень ма-
ло действующих веществ, не разлагаю-
щихся биологическим путем. Продолжи-
тельность разложения пестицидов мик-
роорганизмами может колебаться от
нескольких дней до нескольких меся-
цев, а иногда и десятков лет, в зависимо-
сти от специфики действующего веще-
ства, видов микроорганизмов и свойств
почв. Наибольшую опасность представ-
ляют собой как раз такие стойкие пре-
параты, которые дольше всего способ-
ны накапливаться и сохраняться в почве
(десятилетиями).

Миграция пестицидов по пищевой це-
пи происходит во всех биологических ви-
дах экологических систем. Основные пи-
щевые цепи миграции пестицидов: во-
доемы — питьевая вода — человек; водо-
емы — гидропланктон — рыба — человек;
почва — растения — продукты питания —
человек. Известно, что 95 % этих ве-
ществ поступает с продуктами питания,
47 % — с водой и только 0,3 % — с атмо-
сферным воздухом: в совсем малых дозах
проникают в организм через кожу. Опас-
ность пестицидов для здоровья челове-
ка заключается не только в возможности
острых отравлений, но главным образом
в длительном воздействии незначитель-
ных их количеств, которые могут на-
капливаться в организме и неблагопри-
ятно влиять на него. Токсичность нео-
динакова и зависит от многих причин.
Наиболее чувствительны к пищевым от-
равлениям дети, лица пожилого возрас-
та и больные желудочно-кишечными
заболеваниями. Длительное употребле-
ние пищевых продуктов, загрязненных
пестицидами, вызывает хронические
отравления, часто сопровождающиеся
заболеваниями органов пищеварения

(печени, желудка), сердечно-сосудистой
системы, а у мужчин возможно ухудше-
ние репродуктивной функции.

С другой стороны, токсины грибов,
вызывающих болезни растений, оказы-
вают не менее вредное воздействие на
здоровье человека. В настоящее вре-
мя известно, что трихотеценовые мико-
токсины грибов рода *Fusarium* (дезокси-
ниваленол, ниваленол, T-2 токсин, диа-
цетоксисцирпеннол), кроме поражения
желудочно-кишечного тракта, сердеч-
но-сосудистой и нервной систем, обла-
дают мутагенным действием, индуциру-
ют хромосомные перестройки, влияют
на биосинтез белка. Из других опасных
для человека микотоксинов следует об-
ратить внимание на фумонизины, про-
дуцируемые грибами *F. verticillioides*
и *F. proliferatum*. Они обладают гепато-
токсическим, нефротоксическим, ней-
ротоксическим и канцерогенным дей-
ствиями. Небезопасным является ши-
роко распространенный на зерновых
культурах вид *F. avenaceum*, который
продуцирует микотоксины монилифор-
мин и фузарин С. Первый является им-
мунодепрессором, подавляет биосин-
тез белков, вызывает патологические
изменения сердечной мышцы. Второй
оказывает канцерогенное и мутагенное
действие на клетки теплокровных орга-
низмов. Афлатоксины, продуцируемые
грибами рода *Aspergillus*, обнаружи-
вают в пшенице, кукурузе, ячмене, ри-
се, сое, в некоторых овощах, в различ-
ных орехах и бобах. Прежде всего, они
обладают гепатотропной способностью,
при этом печень подвергается сильней-
шей интоксикации. Кроме того, им при-
сущи канцерогенные, мутагенные, тера-
тогенные и иммунодепрессивные свой-
ства. В литературе имеются сведения,
что некоторые из фитопатогенных гри-
бов — представители родов *Fusarium*,
Alternaria, *Aspergillus*, *Aureobasidium*,
Botrytis, *Cladosporium*, *Epicoccum*,
Curvularia, *Colletotrichum*, *Penicillium*,
Phoma, *Stemphylium*, *Rhizopus*, *Mucor* —
также могут вызывать заболевания че-
ловека. Одни виды становятся причи-
ной аллергических заболеваний, другие
приводят к серьезным инфекционным
микозам. Таким образом, необходимы
постоянный мониторинг фитосанитар-
ной ситуации на посевах сельскохозяй-
ственных культур, их эффективная за-
щита от болезней, тщательный миколо-
гический и микотоксикологический
контроль сельхозпродукции».

Фото Юлии Поздняковой