



Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

1 декабря 2016 года • № 47 (3058) • электронная версия: www.sbras.info • 12+

НОВОСИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ПРОВОДЯТ КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛУХОТЫ

СТР. 4–5



**Гранты Президента РФ —
молодым
сибирским ученым**

стр. 3

**Сибирские ученые
начали изучать
Биткоин**

стр. 6

**Спецпроект
«Эмоции»**

стр. 7

ЮБИЛЕИ

Члену-корреспонденту РАН Игорю Георгиевичу Неизвестному — 85 лет

Дорогой Игорь Георгиевич!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет по физическим наукам СО РАН сердечно поздравляют Вас со славным юбилеем!

Мы знаем Вас как крупного ученого и организатора, внесшего большой вклад в мировую науку в области физики полупроводников, микро- и нанoeлектроники. В творческом союзе и дружбе с Вашим учителем академиком А.В. Ржановым был организован Институт физики полупроводников и сформулированы научные направления, которые актуальны и в настоящее время.

Ваша огромная работоспособность, настойчивость, вера в успех, исключительная научная интуиция и широкая эрудиция позволили получить фундаментальные результаты о природе центров захвата и рекомбинации на границе раздела при исследовании систем полупроводник-диэлектрик на основе германия и таких полупроводниковых соединений, как A_3B_5 и A_4B_6 .

Эти работы экспериментально доказали, что поверхностные состояния захвата определяются структурным разупорядочением границы раздела, и легли в основу методов стабилизации характеристик и повышения эффективности приборов микроэлектроники. Под Вашим руководством и при непосредственном участии выполнен цикл работ по исследованию квантово-размерных эффектов в приповерхностных областях полупроводника. Исследованы поведение двумерного

газа носителей заряда в одномерной сверхрешетке на высокоиндексных поверхностях кремния (аномальное магнетосопротивление, анизотропия переноса) и особенности кинетических явлений в инверсионных слоях на германии. Впервые было доказано существование поверхностной сверхрешетки на vicинальных поверхностях кремния. Экспериментально обнаружены и изучены закономерности перестройки поверхности Ферми в таких системах и влияние происходящих при этом «топологических переходов Лифшица» на кинетические явления в приповерхностной области.

Большой вклад Вы с сотрудниками внесли в разработку методов молекулярно-лучевой эпитаксии для сложных полупроводниковых соединений $PbSnTe$ и в глубокое исследование электрофизических и фотоэлектрических свойств тонкопленочных структур на их основе. За результаты этих исследований и за создание высокочувствительных фотоприемников ИК излучения на основе полученных материалов Вы в составе авторского коллектива были удостоены звания лауреата Государственной премии Российской Федерации.

Большое внимание Вы уделяете подготовке научных кадров. Вы долгое время возглавляли филиал кафедры Новосибирского государственного технического университета. Ваш многолетний опыт чтения лекций по различным спецкурсам лег в основу классических монографий и учебников по физическим основам нанoeлектроники: «Основы нанoeлектроники», «Наноструктуры: физика, технология, применение» и др. Среди Ваших учеников — многочисленные кандидаты и доктора наук.

Ваш талант, труд и преданность науке отмечены высокими правительственными наградами. В 2012 году Вам было присвоено звание лауреата премии Правительства Российской Федерации в области образования. В 2010 году Вы были избраны почетным профессором Одесского национального университета. Вы награждены Орденом Трудового Красного Знамени (1971), Почетной грамотой РАН и Профсоюза работников РАН (1999, 2011), Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ (2007), Почетной грамотой губернатора Новосибирской области (2011, 2014), имеете благодарность президента РАН (2007). Вы являетесь членом научного Совета РАН по физике полупроводников, членом Объединенного ученого совета СО РАН по физическим наукам, заместителем главного редактора журнала «Микроэлектроника», членом редакционных коллегий журналов «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования», «Physics of low dimensional structures», «Sensor electronics and microsystem technologies». Вы являетесь координатором программы СО РАН «Фундаментальные основы твердотельных устройств микро- и нанoeлектроники».

Мы желаем Вам, дорогой Игорь Георгиевич, здоровья, творческого долголетия, удач во всех начинаниях, благополучия Вам, Вашим близким и друзьям!

Председатель СО РАН академик А.Л. Асеев
Председатель ОУС по физическим наукам
СО РАН академик А.Н. Скринский
Главный ученый секретарь СО РАН
академик В.И. Бухтияров

Игорю Георгиевичу Неизвестному — 85 лет



Глубокоуважаемый
Игорь Георгиевич!

Сердечно поздравляем Вас — профессора, доктора физико-математических наук, члена-корреспондента РАН, лауреата Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации со знаменательной датой!

Мы вместе больше пятидесяти лет, знаем Вас как одного из отцов-организа-

торов нашего института и с глубоким почтением относимся к тому неоценимому вкладу, который Вы внесли и продолжаете вносить в его развитие. Видный ученый в области физических процессов на границе раздела полупроводник — диэлектрик, физики и технологии получения тонких полупроводниковых пленок, взаимодействия света с полупроводниковыми гетероструктурами — Ваши научные интересы распространяются не только на фундаментальные исследования, но и на приложение научных результатов в практике.

Вы всегда живо и с энтузиазмом откликаетесь на новые тенденции и области, появляющиеся в науке. Одним из первых Вы поняли важность численного эксперимента и математического моделирования физических процессов в физике полупроводников, продвигаете и

активно участвуете в исследованиях в области квантовых вычислений и квантовых коммуникаций.

Мы высоко ценим Вашу постоянную работу по воспитанию молодых кадров и активную педагогическую деятельность в рамках базовой кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники Новосибирского государственного технического университета.

Дорогой Игорь Георгиевич! Еще раз от всей души поздравляем Вас со славным юбилеем, желаем Вам всего наилучшего, новых научных успехов на благо института и российской науки.

Коллектив Института физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН

Петру Тихоновичу Девяткину — 75 лет

Глубокоуважаемый Петр Тихонович,
сердечно поздравляем Вас с юбилеем!

Ваша трудовая деятельность в институте, где Вы прошли интересный и полный труда путь от инженера до заместителя директора по прикладной тематике и общим вопросам, наполнена славными трудовыми свершениями. Чрезвычайно широк спектр дел, которыми Вы занимаетесь: от финансово-экономической деятельности до важных текущих задач и вопросов по обеспечению жильем.

С самого начала Вы активно вошли в работу по развитию фотоэлектронной тематики института и впоследствии представляли и поддерживали устойчивые связи с различными министерствами, в первую очередь с Министерством обороны, по выполнению работ в рамках Госзаказа. Во многом благодаря Вашим усилиям и энергии институт занимает лидирующие позиции в России в этой области. Так, при Вашей поддержке создан технологический комплекс и разработана технология фоточувствительного материала для широкого спектра требований инфракрасной техники и создан

широкий спектр фотоприемников и фотоприемных устройств. Вы проявили себя как исключительно добросовестный, чуткий и отзывчивый человек, готовый решить любые производственные задачи.

Дорогой Петр Тихонович! Крепкого здоровья Вам и Вашим близким, личного счастья и благополучия, дальнейших успехов в Вашей трудовой деятельности!

Коллектив Института физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН

НАГРАДА

Сибирский ученый награжден орденом Александра Невского

20 сентября 2016 г. Указом Президента РФ В.В. Путина академик Ю.Л. Ершов награжден орденом Александра Невского, который 18 ноября ему вручил губернатор Новосибирской области В.Ф. Городецкий. 21 ноября ученый открыл ежегодную международную конференцию «Мальцевские чтения», программный комитет которой он возглавляет уже более 20 лет

Академик Юрий Леонидович Ершов — выдающийся математик, внесший фундаментальный вклад в развитие многих областей математики: математическую логику, алгебру, топологию, информатику, прикладную логику, философию математики. Полученные им результаты решают как известные проблемы, так и открывают новые направления исследований, формирующие современное лицо математики. Ю.Л. Ершов опубликовал более 300 научных работ, из них 8 монографий.

Вся научная деятельность ученого неразрывно связана с Сибирским отделением. Его яркий математический талант проявился еще в студенческие годы во время обучения под руководством академика А.И. Мальцева в Новосибирском государственном университете. Вскоре после его окончания Ю.Л. Ершов защитил кандидатскую диссертацию, а через два года — докторскую. Полученные им результаты о разрешимости и неразрешимости элементарных теорий поставили молодого ученого в ряд всемирно признанных корифеев современной математической логики.

24 ноября 1970 г. 30-летний математик Ю.Л. Ершов был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1991 г. — академиком РАН. Во всем своем блеске математический талант Ю.Л. Ершова раскрылся во время его работы в Институте математики СО АН.

Выдающийся вклад внесен Ю.Л. Ершовым в теорию алгоритмов. Им создана структурная теория нумераций, идеи которой оказались продуктивными при решении проблем в различных разделах математики и информатики. На основе теории нумераций была построена теория вычислимых функционалов конечных типов и

теория топологических пространств, которые получили в литературе название пространств Ершова. Именно при построении этой теории Ю.Л. Ершов проявил универсализм математика с широким кругозором, умеющего видеть единство математики. В этой теории соединились и методы математической логики, и теории вычислимости, и идеи теории непрерывных функций, компактных пространств и современной топологии. Пространства Ершова легли в основу теории денотационной семантики программ наряду с пространствами Скотта.

Важный вклад внес Ю.Л. Ершов в построение теории предельно вычислимых множеств и отношений, где им построена иерархия, которая получила в математической литературе имя иерархии Ершова. Ю.Л. Ершовым было получено полное решение проблемы характеристики типа изоморфизма полурешетки степеней сводимости.

Крупный вклад Ю.Л. Ершов внес в становление и современное развитие теории конструктивных моделей по проблеме существования вычислимых моделей. Результаты Ю.Л. Ершова по теории проконечных групп и алгебраическим и алгоритмическим проблемам на проконечных группах во многом определяют современное состояние этого направления.

Наряду с выдающимися результатами в чистой математике Ю.Л. Ершовым получены и фундаментальные результаты в теоретической информатике. На основе теории допустимых множеств им построена теория вычислимости в допустимых надстройках над абстрактными моделями. Важный вклад Ю.Л. Ершов внес и в современный взгляд на философию математики и модернизацию программы Д. Гильберта.

Ю.Л. Ершов — не только выдающийся ученый, но и крупный организатор науки и образования, признанный лидер Сибирской школы алгебры и логики, созданной академиком А.И. Мальцевым. Научный семинар «Алгебра и логика», которым руководит Ю.Л. Ершов, и одноименный журнал, главным редактором которого он является, получили всемирную известность. Юрий Леонидович возглавляет также редколлегию «Сибирского математического журнала». Под его руководством было защищено 14 докторских и более 40 кандидатских диссертаций. Ю.Л. Ершов ведет большую научно-организационную работу в качестве члена Президиума СО РАН и председателя Объединенного ученого совета по математике и информатике СО РАН, является членом Ученого совета Новосибирского государственного университета, ректором которого он был с 1985 по 1993 год. В 2003–2011 гг. он возглавлял ИМ СО РАН.

Примером своей выдающейся профессиональной, педагогической и организаторской деятельности Ю.Л. Ершов наглядно подтверждает плодотворность одной из базисных идей академика М.А. Лаврентьева о Сибирском отделе как конгломерате науки и высшего образования. Эта образовательная стратегия позволяет НГУ и в наши дни быть одним из лучших университетов России.

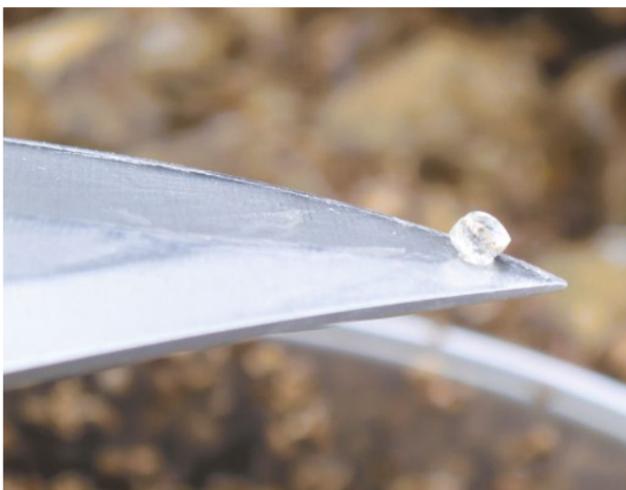
Многогранная деятельность академика Ю.Л. Ершова была высоко оценена руководством страны и отмечена многочисленными правительственными наградами.

От всей души поздравляем Юрия Леонидовича с высокой наградой — орденом Александра Невского и желаем новых математических открытий и молодых талантливых учеников.

Дирекция ИМ СО РАН, коллеги и друзья

Академия прокладывает курс для геологии

Холдинг «Росгеология» обратился в институты Сибирского и Дальневосточного отделений РАН за содействием в создании Стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2030 года



Как рассказал директор Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН академик Николай Петрович Похиленко, в новосибирском Академгородке прошло совещание с участием генерального директора «Росгеологии» Романа Сергеевича Панова, его заместителя Дмитрия Александровича Гаврилова, ключевых специалистов холдинга. Систему «РАН – ФАНО» представляли академики Александр Леонидович Асеев, Николай Леонтьевич Добрецов, Алексей Эмильевич Конторович, Николай Петрович Похиленко, Александр Иванович Ханчук, Михаил Иванович Эпов, члены-корреспонденты РАН Василий Игоревич Богоявленский, Дмитрий Петрович Гладкочуб, Николай Анатольевич Горячев, Валерий Анатольевич Крюков, Владимир Алексеевич Петров, Александр Федотович Сафронов, Вячеслав Станиславович Шацкий, ведущие исследователи Сибири и Дальнего Востока. Площадку новосибирского Академгородка для проведения первого мероприятия подобного рода предложил академик Н.П. Похиленко, вошедший несколькими месяцами ранее в Научно-технический совет «Росгеологии» в качестве заместителя председателя по твердым полезным ископаемым и ставший модератором совещания. Его организация была поручена руководством ФАНО Институту геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН. Предметом обсуждения стал проект документа, определяющего государственную политику развития минерально-сырьевой базы России, значительная часть которой расположена в восточной части страны.

«Если мыслить реалистически, — прокомментировал Николай Похиленко, — то полезные ископаемые и их

переделы останутся на ближайшие годы основными позициями российского экспорта и, как следствие, формирования бюджета. Из высокотехнологичной продукции Россия поставляет или точечные партии (например, единичные спутники, реакторы и т.п.), или же в основном вооружение, но этот рынок ограничен и очень конкурентен. Следовательно, требуется хорошо проработанная стратегия исследований запасов минерального сырья на перспективу. Но сегодня от ранее работавшей системы государственных предприятий геологоразведки остались лишь слабые и разрозненные фрагменты, на что я и мои коллеги не раз обращали внимание.

Так, доведена до закрытия Амакинская алмазная экспедиция, сделавшая несколько открытий мирового уровня в Якутии — в ней работала легендарная Лариса Анатольевна Попугаева, единственная женщина-геолог России, удостоенная памятника... От государственной геологоразведочной системы страны осталось, по моим подсчетам, не более 4 %. Но два года назад специальным распоряжением Президента России было обновлено руководство «Росгеологии», на холдинг теперь возложили задачу как раз по восстановлению федеральной геологической службы — от Калининграда до Чукотки».

Директор ИГМ СО РАН рассказал о единой позиции участников совещания по необходимости бюджетного, а не корпоративного финансирования поисково-оценочной стадии геологоразведочных работ как основы цепочки «региональное изучение недр — поиски месторождений — оценка запасов». «На слабоизученные территории без установленных запасов частные компании не идут, — констатировал академик Н. Похиленко. — Им выгоднее осваивать активы за рубежом, что мы видим на примере «Алросы», проявляющей большой интерес к Анголе и Ботсване. Но отечественную минерально-сырьевую базу невозможно менять на иностранную по множеству причин, от соображений национальной безопасности до широчайшей номенклатуры именно российских минерально-сырьевых ресурсов. В новых технологиях применяется буквально вся таблица Менделеева. Фотоника, микроэлектроника, нанотехнологии, новые материалы, авиа- и ракетостроение, многое другое — всё это требует обращения к сырью, которое еще вчера не вызывало интереса. Следует брать в расчет и то, что понадобится завтра».

Черновик Стратегии, предложенный для обсуждения «Росгеологией», был подвергнут критике: как объяснил Николай Похиленко, в основном за

статичность, за констатацию состояния минерально-сырьевой базы и за прогнозы, исходящие только из сегодняшних ее оценок. «Нет идеологии роста и расширения запасов, привязанной к государственной программе «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденной два года назад, — отметил директор ИГМ СО РАН. — Надо уже сегодня понимать, какие полезные ископаемые и в каких объемах потребуются России на перспективу».

По предложению сибирских и дальневосточных ученых в Стратегию будут включены многие дополнения. В частности, необходимо уделить внимание техногенным образованиям на поверхности Земли, которые по количеству и качеству «вторсырья» пригодны для промышленного использования уже сегодня или в ближайшем будущем. Специальный раздел документа планируется посвятить кадровым вопросам. По мнению академика Н. Похиленко, требуется восстановить систему подготовки специалистов среднего звена — будущих начальников групп, партий, отрядов, т.к. на всю Россию осталось шесть техникумов (колледжей) геологического профиля, из них к востоку от Урала — только два.

Участники совещания договорились выйти в Президиум РАН и ФАНО России с предложением подкрепить Стратегию комплексной программой исследований: прежде всего, с целью анализа перспектив появления новых типов минерального сырья, которые будут востребованы в передовых отраслях экономики, а также экспертизы и сопровождения новых технологий — по добыче трудноизвлекаемых запасов, снижению потерь, вовлечению в оборот бедных руд и концентратов. «Нужна программа, которая предусматривала бы и получение новых знаний о строении недр относительно малоизученных территорий, и оценку геолого-поисковых ситуаций на них, и выбор методов, технологий разведочных работ по критериям прежде всего эффективности и экономичности, — подчеркнул Н.П. Похиленко. — Обязательны поиски новых способов извлечения из руд промышленного сырья (в том числе перспективного). В этом направлении 25 лет почти ничего не делалось, специалистов остались единицы на всю страну». «Рабочими лошадками» программы, по мнению Николая Похиленко, должны стать территориальные научно-технические советы по федеральным округам с обязательным включением в их состав представителей академических организаций.

Подготовил Андрей Соболевский
Фото Анастасии Гибшер (ИГМ СО РАН)

ГРАНТЫ

Молодые сибирские ученые получили гранты Президента РФ

Подведены итоги конкурсов на право получения в 2017–2018 годах грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых. Среди победителей — представители Сибирского отделения РАН

КАНДИДАТЫ НАУК

Математика и механика

Каргаполова Нина Александровна

«Имитационное стохастическое моделирование метеорологических процессов: разработка и исследование эффективных алгоритмов моделирования случайных полей, построение моделей и вероятностный анализ экстремальных метеорологических явлений»; ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН;

Криворотько Ольга Игоревна

«Исследование и разработка численных алгоритмов решения прямых и обратных задач иммунологии и эпидемиологии»; ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Физика и астрономия

Козлов Дмитрий Андреевич

«Спиновая физика двумерных систем на основе HgTe»; ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН;

Коровушкин Максим Михайлович

«Роль межзвездных кулоновских взаимодействий в формировании магнитных и сверхпроводящих свойств материалов с сильной спин-зарядовой связью»; ФГБУН ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН;

Солодов Александр Александрович

«Физические основы спектроскопической диагностики структуры и свойств нанопористых материалов»; ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН;

Федосеева Юлия Владимировна

«Моделирование архитектуры и свойств гибридных структур из углеродных нанотрубок и наночастиц сульфида кадмия»; ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН.

Химия, новые материалы и химические технологии

Абрамов Павел Александрович

«Синергизм управляемых металл-оксидных систем и благородных металлов в поиске новых наноматериалов»; ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН;

Вебер Сергей Леонидович

«Исследование процессов фотоперехода магнитоактивных соединений Cu(hfac)2LR монохроматическим излучением среднего ИК-диапазона методами ЭПР- и ИК-спектроскопии»; ФГБУН Институт «Международный томографический центр» СО РАН;

Корнев Владимир Сергеевич

«Синтез и модификация кеплат-анионов для создания новых функциональных материалов»; ФГБУН Институт неор-

ганической химии им. А.В. Николаева СО РАН;

Шевелева Алёна Михайловна

«Применение методов ЭПР спектроскопии для исследования свойств металл-органических каркасов»; ФГБУН Институт «Международный томографический центр» СО РАН;

Шерин Пётр Сергеевич

«Фотоиндуцируемые реакции хромофоров живых тканей, приводящие к повреждению белковых молекул»; ФГБУН Институт «Международный томографический центр» СО РАН;

Шестопалов Михаил Александрович

«Разработка фотоактивных кислород-чувствительных материалов на основе фторопластов, допированных высоколюминесцентными металлокластерными комплексами»; ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН.

Биология и науки о жизни

Ланшаков Дмитрий Александрович

«Взаимодействие минералокортикоидных и глюкокортикоидных рецепторов в клетках неонатального гиппокампа»; ФГБУН ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН;

Седых Сергей Евгеньевич

«Разработка универсального способа получения препаратов антител «нового поколения»; ФГБУН Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН.

Науки о Земле, экологии и рациональном природопользовании

Алифирова Таисия Александровна

«Геохимические особенности и происхождение гранатов и пироксенов со структурами распада твердых растворов в литосферной мантии»; ФГБУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН;

Гаврюшкин Павел Николаевич

«Фазы высокого давления и микроструктурные особенности кристаллов CaCO₃»; ФГБУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН;

Едемский Илья Константинович

«Методы автоматической регистрации возмущений ионосферы, определения их параметров и источников по данным глобальной сети навигационных приемников»; ФГБУН Институт солнечно-земной физики СО РАН;

Кобзев Алексей Анатольевич

«Разработка аппаратно-программного комплекса для автоматизированной системы оперативного обнаружения опасных метеорологических явлений конвективного происхождения и их потенциальных источников»; ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН;

Терехов Андрей Валерьевич

«Разработка методов построения изображения земных недр на основе миграционных преобразований в задачах

сейсмической разведки»; ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН;

Харюткина Елена Валерьевна

«Характеристики режима атмосферных осадков на территории Западной Сибири: анализ аномалий на фоне глобальных изменений климата»; ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН;

Яковлев Семён Владимирович

«Разработка и апробация методики лидарных измерений малых газовых составляющих и метеопараметров атмосферы в среднем ИК-диапазоне»; ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН.

Общественные и гуманитарные науки

Санжеников Александр Афанасьевич

«Комплементарность метафизики и практической философии Аристотеля и Гуссерля»; ФГБУН Институт философии и права СО РАН.

Медицина

Вшивков Виталий Алексеевич

«Маркеры тяжести поражения слизистой гастроудоденальной зоны у детей в регионе с высокой распространенностью рака желудка»; ФГБУН ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН.

Технические и инженерные науки

Сухарев Артём Андреевич

«Исследование аэрооптических эффектов, возникающих вследствие распространения оптического излучения через ударные волны, обусловленные движением сверхзвуковых летательных аппаратов в турбулентной атмосфере»; ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН.

Информационно-телекоммуникационные системы и технологии

Куликов Игорь Михайлович

«Разработка эффективных векторизованных параллельных алгоритмов для магнитно-газодинамического моделирования астрофизических течений на гибридных суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi»; ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

ДОКТОРА НАУК

Сельскохозяйственные науки

Дубовский Иван Михайлович

«Бионаносектициды на основе энтомопатогенных микроорганизмов»; ФГБУН Институт систематики и экологии животных СО РАН.

НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

Новосибирские ученые проводят комплексные исследования глухоты

Ученые ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН и Новосибирского государственного университета проводят уникальные междисциплинарные исследования наследственной глухоты в регионах Сибири



Диагностика глухоты

Оценив основные молекулярно-генетические причины возникновения этого заболевания, исследователи приступили к изучению социальных аспектов наследственных форм потери слуха в республиках Тыва, Алтай и Саха (Якутия). На основе полученных данных ученые планируют с помощью компьютерного моделирования спрогнозировать распространенность наследственной глухоты в этих регионах в будущем.

По данным Всемирной организации здравоохранения, 360 миллионов человек в мире страдают от инвалидизирующей потери слуха. Один из 700–1000 детей рождается глухим, и более чем в половине случаев потеря слуха у ребенка происходит из-за генетических «поломок».

— Уникальной особенностью «генетической» глухоты является участие большого числа генов, мутации в которых могут вызвать потерю слуха. Тем не менее «генетическая» глухота является моногенным заболеванием, а это означает, что в каждом конкретном случае происходят мутации в каком-то одном гене. Они специфически изменяют структуру или нарушают синтез белка, нужного для звуковосприятия, что приводит к необратимой потере слуха, — рассказывает автор исследования старший преподаватель кафедры цитологии и генетики факультета естественных наук НГУ, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики ИЦИГ СО РАН кандидат биологических наук Ольга Леонидовна Посух.

Так, в большинстве европейских стран причиной врожденной тугоухости/глухоты у 50–60 % больных являются мутации гена GJB2 (Cx26). В азиатских популяциях вклад таких мутаций несколько меньше — 10–20 %. Этот ген можно считать «главным геном глухоты», он наиболее изучен. Но в развитии данного заболевания участвуют и другие гены (сейчас установлено около 90), о негативной роли которых наука знает пока недостаточно.

— Наследственная глухота относится к редким заболеваниям. Надо сказать, что сегодня известны около 5–6 тысяч различных редких заболеваний, частота встречаемости которых варьирует от региона к региону. Большинство таких болезней связано с генетическими дефектами, и для них пока не существует эффективного лечения. Активное изучение редких заболеваний осложняется малым количеством пациентов, недостаточным для проведения полноценных исследований. В связи с этим разработка методов их лечения и производство нужных лекарств не имеют коммерческого успеха. Поэтому редкие заболевания еще называют орфанными («сиротскими»), — продолжает Ольга Посух.

Хотя глухота и не связана с летальным исходом, человек теряет способ полноценной коммуникации с обществом. Эта проблема снижает качество жизни глухих людей, в свое время она являлась основным фактором для их социальной изоляции. Вылечить сегодня «генетическую» глухоту нельзя, но вовремя поставленный молекулярно-генетический диагноз позволяет избежать потери времени и денег в поисках лечения патологии слуха (ведь слух можно потерять и в результате различных инфекционных болезней или травм) и своевременно начать социальную реабилитацию глухих детей с помощью слухопротезирования (включая кохлеарную имплантацию) и длительной педагогической коррекции. Такие реабилитационные мероприятия особенно успешны в раннем детском возрасте. Кроме того, точная информация о причине заболевания необходима для оценки степени риска его возникновения у родственников больного.

— Мы пытаемся выявить генетические факторы, приведшие к потере слуха у больных из республик Тыва и Алтай, наши якутские коллеги работают над этой проблемой у себя. В целом, мы уже выяснили роль гена GJB2 в развитии глухоты у коренного населения этих регионов. Так, например, теперь мы знаем, что наиболее частой причиной потери слуха у тувинцев является одна специфическая мутация в

гене GJB2, а в нескольких алтайских семьях нам удалось с помощью экзомного секвенирования выявить и другие гены (в том числе новый), ассоциированные с глухотой. Недавно вышла статья (PLOS ONE, April 15, 2016), которая подытоживает результаты последнего исследования, — говорит Ольга Посух.

Данные уже сейчас позволяют сделать вывод, что в таких относительно изолированных группах, как коренные народы Сибири, существенную роль в распространенности наследственной глухоты сыграл так называемый «эффект основателя»: при незначительных потоках генов «извне» и «наружу» (изоляция) современное население способно сохранить специфическое генетическое разнообразие предковых групп, а частота определенных мутаций может существенно возрасти.

— «Эффект основателя», наряду с другими факторами (этнический состав населения, доля близкородственных браков), оказывает влияние на распространенность многих редких генетических заболеваний. Но все-таки наследственная глухота отличается от других моногенных заболеваний, — объясняет Ольга Посух. — Дело в том, что в распространенности мутаций гена GJB2, вероятно, важную роль сыграли и определенные социальные факторы: долговременная традиция заключения ассортативных браков между глухими людьми в сочетании с ростом их социальной адаптации и биологической приспособленности. Стартом для этих событий был «прорыв» глубокой социальной изоляции глухих людей, произошедший 300 лет назад, когда в Европе (а позднее и в США) возникли школы для глухих с обучением жестовому языку как единственному средству коммуникации.

Ассортативные браки (фр. assorti – подобранный) – браки, заключаемые фенотипически сходными индивидами (положительная ассортативность) либо фенотипически различными лицами (отрицательная ассортативность), в отличие от панмиксии, то есть случайного относительно фенотипических признаков и равновероятного вступления в брак.

Лингвистическая гомогамия привела к формированию так называемой Deaf Culture – особого сообщества глухих, в котором люди не считают отсутствие слуха патологией, а относятся к этому лишь как к некоему культуральному признаку, характеристике, вроде цвета кожи или глаз. Это способствовало тому, что глухие люди стали чаще заключать браки с глухими же – возникла ассортативность брака по патологическому фенотипу, что считается уникальной ситуацией в мире практически для всех болезней. Зарубежные исследователи, сопоставляя современные и архивные данные, показали, что в США за двухсотлетний период такие социальные процессы, вероятно, могли привести к удвоению частоты глухоты, обусловленной мутациями гена GJB2.

Подобных ретроспективных работ по исследованию глухоты в России до настоящего момента не было: нет архивных данных, статистики, не велись записи в церковных книгах. Впрочем, в Европе и США такие исследования единичны, и их нет в других регионах мира.

Новосибирские ученые под руководством Ольги Посух получили грант РФФИ для оценки потенциальной роли социально-демографической структуры сообществ глухих людей в распространенности наследуемых форм потери слуха в регионах Сибири.

Важным источником информации являются первичные данные, которые были получены на молекулярно-генетическом этапе работ. Перед их началом у пациента выяснялись этническая принадлежность, место рождения, количество братьев, сестер, состояние слуха у родственников и так далее, чтобы составить его родословную и понять, есть ли предпосылки для «генетической» глухоты, ведь заболевание может быть приобретенным вследствие менингита, отита или травм. Затем уже у больных с потенциально наследуемой глухотой проводились молекулярно-генетические исследования.

— Для «человеческого» генетика самый важный инструмент – родословная. Но собрать данные для построения родословной глухого человека – очень и очень трудно. Провести эту сложнейшую кропотливую работу нам помогали их слышащие родственники, региональные отделения общества глухих, сурдопереводчики, — объяснила генетик.

Кроме того, исследователи провели и специализированное социологическое анкетирование. Опросник состоял из нескольких блоков, которые позволяли выяснить: как глухой человек сам оценивает состояние своего слуха, когда возникла глухота, есть ли родственники с потерей слуха, данные о супруге, детях, материальном положении, образовании. Ряд вопросов позволял также оценить психоэмоциональное состояние глухих людей и их взаимоотношения с обществом: как, по мнению опрошенного, к нему относится общество – с сочувствием, нейтрально, с опасением, с презрением? И как люди сами относятся к своей собственной глухоте: рассматривают ли как недостаток? Помешало ли отсутствие слуха получить образование, работу? У молодых людей выясняли их отношение к состоянию слуха будущего ребенка и выбору брачного партнера: хотят ли, чтобы они были глухими, или этот фактор не имеет значения?

— По результатам анкетирования мы сейчас имеем уникальные данные, которые нам помогут глубже изучить проблему распространения заболевания. Так, мы получили сведения, что, например, в Республике Тыве высокая ассортативность браков глухих людей – 64,5 %, то есть глухие предпочитают создавать семьи преимущественно с глухими. Причем у городского населения этот показатель статистически значимо выше – 70,9 %, чем в сельской местности – 57,7 % (видимо, потому что в небольших по численности поселках меньше возможностей найти глухого брачного партнера). Выявлена тенденция к снижению среднего числа детей в ассортативных браках между глухими людьми по сравнению с браками, в которых только один из партнеров с потерей слуха. Глухие люди в исследуемых регионах чувствуют изоляцию от остального мира и рассматривают отсутствие слуха как серьезный недостаток. Кроме того, по данным опроса, более половины молодых людей, не состоящих в браке, предпочли бы иметь брачного партнера с нормальным слухом и слышащих детей, — рассказала Ольга Посух.



В то время как в США аналогичные исследования показывают: высокий процент людей с нарушениями слуха не против или даже хотят глухих детей, так как не желают, чтобы их ребенок выходил из мира родителей — Deaf Culture, где различия между глухими и слышащими рассматриваются только в социокультурном аспекте, а не как отклонение от нормы.

68 % респондентов из Республики Тыва также считают, что отсутствие слуха негативно отразилось на возможностях выбора работы и материальном положении, однако 32 % опрошенных уверены, что отсутствие у них слуха не повлияло на выбор работы и «всё зависит от личных качеств и усилий».

— Всё это позволяет представить современную ситуацию с глухими людьми в нашем обществе, — говорит исследовательница.

Полученные данные (и молекулярно-генетические, и социально-демографические) ученые систематизируют и пытаются обобщить в виде компьютерной модели, разрабатываемой с помощью IT-специалистов отдела системной биологии ФИЦ ИЦИГ и кафедры информационной биологии ФЕН НГУ. Специалисты хотят сделать прогноз: как наблюдаемые тенденции, связанные с брачной структурой и репродукцией глухих людей, отразятся на распространенности «генетической» глухоты в ряду поколений.



Кохлеарный имплант

— Мы используем метод агентного моделирования (*agent based modeling*) для построения модели распространенности глухоты. Наличие точных фактических данных позволяет построить детальные модели, когда фактически каждый индивидуум представлен в модели и имеет свою собственную «судьбу». Мы, зная статистические параметры, в частности, демографические (среднее количество детей, предпочтения в браке и т.д.), можем смоделировать стохастические процессы и, меняя тот или иной параметр, посмотреть, каким образом это будет отражаться в поколениях на структуре популяции, — рассказал заведующий сектором компьютерного анализа и моделирования биологических систем ФИЦ ИЦИГ СО РАН, доцент кафедры информационной биологии ФЕН НГУ кандидат биологических наук **Сергей Александрович Лашин**. — Мощности современных компьютеров позволяет рассчитывать прогнозы на много лет вперед. Сделав тысячу или 10 тысяч раундов моделирования, к примеру, на 500 лет вперед, мы можем определить, какие сценарии развития событий более вероятны, а какие — менее, и затем сделать предсказание в духе: «при сохранении неизменными таких-то параметров (например, уровня ассортативности браков глухих людей, их репродуктивных показателей и т.д.) в будущем наиболее вероятен такой-то сценарий, и что может произойти при их изменении».

Ученый констатирует: особенно ценно в данной работе, что исследователи выходят за пределы чисто генетических параметров и получается комплексная социально-генетическая работа с использованием современных методов компьютерного моделирования.

— В научном мире есть не так много моделей, которые учитывают и социальные факторы, и генетику. В основном на животных, модели на людях — единицы. В этом смысле наша работа многообещающая, — добавляет Сергей Лашин.

На основе всей собранной информации новосибирские ученые создали единую базу данных о примерно полутора тысячах человек с различными нарушениями слуха в Республике Тыва. Схожая база данных имеется и для Республики Алтай. Якутские коллеги работают над аналогичной информационной базой для Республики Саха (Якутия).

Впереди группу исследователей ждет еще большая молекулярно-генетическая и аналитическая работа, результаты которой будут использованы для моделирования распространенности наследуемой глухоты в этих регионах Сибири. В будущем ученые планируют провести подобное исследование в Новосибирске и сравнить полученные результаты с данными по мегаполису.

Работа проводится в тесном сотрудничестве с Якутским научным центром комплексных медицинских проблем, Северо-Восточным федеральным университетом (Якутск, Республика Саха), Перинатальным центром Республики Тыва (Кызыл) и другими организациями.

Марина Москаленко. Фото предоставлены НГУ

Сибирские ученые установили, как родовой стресс влияет на формирование мозга у младенцев

*Сотрудники ФИЦ Института цитологии и генетики СО РАН и Новосибирского государственного университета открыли механизмы влияния гормонов стресса на формирование головного мозга у младенцев и установили, что схватки матери необходимы для здоровья малыша. Результаты исследования опубликованы в журнале *Hormones and Behavior**

«Мы изучаем глюкокортикоиды. Эти гормоны стресса являются химическими веществами, выделяющимися в ответ на какие-то критические ситуации, происходящие с организмом — травму, кровопотерю, в нашем случае мы исследовали изменения, которые могут происходить после повышения уровня глюкокортикоидов в перинатальном периоде», — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории функциональной нейробиологии ФИЦ ИЦИГ СО РАН кандидат биологических наук **Петр Николаевич Меньшанов**.

По словам ученого, ребенок начинает испытывать сильный стресс даже не во время родов, а немного загодя. До конца беременности он находится в тесной связи с матерью, и, соответственно, получает весь тот набор гормонов стресса, который есть у нее в крови. А когда женщина готовится к родам, она обычно сильно волнуется, поэтому у нее уровень глюкокортикоидов естественным образом повышается.

Про воздействие гормонов стресса на развивающиеся организмы известно много, но единой модели действия глюкокортикоидов на новорожденных до сих пор нет. К концу 1960-х годов один из новозеландских акушеров **Грэхэм Лиггинс** случайно обнаружил, что повышенный уровень глюкокортикоидов приводит к ускорению созревания легких у детей. Это было перспективно для лечения недоношенных младенцев, легкие которых еще не успели окончательно сформироваться к моменту родов. Поскольку на тот момент не существовало сложных экспериментов по проверке побочных эффектов лекарств, действие глюкокортикоидов проверили сначала на овцах, а потом и на детях. На основе этих исследований были разработаны препараты, которые быстро внедрились в медицинскую практику по всему миру.

Затем, когда начали подробнее исследовать действие гормонов стресса с использованием новых биохимических и молекулярных методов на животных, а также на людей, стала появляться информация о различных побочных эффектах перинатального применения глюкокортикоидов. Одним из самых ярких из них оказалось разрушающее действие этих гормонов на становление головного мозга.

«Мозг формируется подобно куску мрамора, из которого различными ранними воздействиями «высекаются» итоговые структуры мозга и «статуя интеллекта». Гормоны стресса в больших дозах действуют так, как будто вы берете грубый молоток и начинаете бездумно долбить им по этому материалу, в результате чего происходит деформация морфологического развития», — объясняет исследователь.

Имеющиеся данные ставили ученых в тупик: с одной стороны, гормоны стресса адаптируют организм ребенка за несколько часов до родов, чтобы он был готов к новой жизни, а с другой — они же негативно влияют на один из важнейших органов. Чуть позже группа канадских исследователей во главе с **Урсолой Туор** выяснила, что, оказывается, глюкокортикоиды далеко не всегда действуют на мозг разрушающе. В некоторых случаях, когда во время родов происходят другие непростые для организма ребенка процессы,



такие как тяжелая гипоксия-ишемия, они наоборот мозг защищают. Вышеописанные исследования никак не состыковывались между собой, и на протяжении 50 лет наука не могла разрешить это противоречие.

«Мы обратили внимание на интересный момент: после повышения уровня гормонов стресса у матери перед родами (он, соответственно, достается и еще нерожденному ребенку) у нее происходят схватки, во время которых плод испытывает легкий естественный недостаток кислорода, — рассказывает Петр Меньшанов. — Оказалось, что и глюкокортикоиды, и эта самая физиологическая гипоксия запускают молекулярные механизмы, а те, взаимодействуя, позволяют защитить головной мозг ребенка от разрушающего действия гормонов стресса. То есть схватки у матери полезны и необходимы для плода, если роды не затянулись».

Исследователи промоделировали процессы, происходящие при родах, на лабораторных крысах. Таким образом было изучено взаимодействие этих двух физиологических факторов и их возможные поведенческие и молекулярные последствия.

«Это пока только один из первых этапов работы, какие еще побочные эффекты могут открыться в отдаленных перспективах, неизвестно. Чтобы выяснить всю последовательность происходящих молекулярных событий, необходимы дополнительные исследования, поэтому пока о клиническом внедрении говорить не стоит. Но уже можно сказать, что наши результаты позволяют оптимизировать терапевтические режимы применения аналогов глюкокортикоидов (дексаметазона, бетаметазона и других), чтобы избежать побочных последствий для развития мозга и психики ребенка», — отмечает ученый

Соб. инф. Фото Юлии Поздняковой

IN MEMORIAM

Памяти Леонида Владимировича Омелянчука



23 ноября 2016 года на 60-м году жизни после тяжелой болезни ушел из жизни **Леонид Владимирович Омелянчук**, доктор биологических наук, заведующий лабораторией генетики клеточного цикла Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН.

Леонид Владимирович родился 30 декабря 1956 года в городе Новокузнецке Кемеровской области, в 1980 году закончил физический факультет НГУ, дипломная работа была выполнена в Институте цитологии и генетики. В 1987 году Л.В. Омелянчук защитил кандидатскую диссертацию, а в 1999 году — докторскую. В 1996 году Леонид Владимирович организовал Сектор генетики клеточного цикла в Институте цитологии и генетики, а в 2007 году это подразделение получило статус лаборатории. С 2011 года он заведовал лаборато-

рией в составе Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН.

Имея физическое образование и работая в биологических институтах, Леонид Владимирович гармонично сочетал знания в этих областях науки. Он разработал и внедрил методы цитофотометрии и определения размеров геномов эукариот. С его участием запатентованы методики создания чувствительных сенсоров на основе нанотрубок и стрессорных белков теплового шока. Леониду Владимировичу также принадлежат разработки в изучении механизмов клеточного деления.

Леонид Владимирович был очень душевным и отзывчивым человеком, трудно даже представить, чтобы он повысил на кого-то голос. Он умел быть веселым и творческим в дружеской компании, любил горные походы, исполнял песни под гитару. Леонид Владимирович был заботливым мужем, хорошим отцом и нежно любил внука.

Светлая память ушедшему от нас нашему коллеге, другу, хорошему семьянину и доброму человеку...

Коллектив Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН

МНЕНИЕ

Сибирские ученые начали изучать систему Биткоин

Несколько лет назад по всему миру прогремела новость о появлении новой интернет-валюты под названием биткоин. За восемь лет он набрал популярность, стал активно использоваться, а некоторые энтузиасты даже заявляют, что в будущем он вытеснит другие денежные единицы. Феноменом заинтересовались ученые из самых разных областей: так, криптографы изучают алгоритмы, лежащие в основе системы Биткоин, и ее безопасность

Об этой валюте подробно рассказал научный сотрудник Института вычислительных технологий СО РАН, а также доцент Новосибирского государственного университета экономики и управления кандидат физико-математических наук **Андрей Игоревич Пестунов**.

Когда речь идет о системе и технологии в целом, то принято писать с большой буквы «Биткоин», а когда говорят о деньгах — с маленькой («5 биткоинов», «обменять биткоины» и т.д.).

— Расскажите, что такое биткоин?

— Его можно считать аналогом безналичного, нематериального расчета: только если в случае безнала гарантом исполнения всех операций выступает банк, то тут поручителем является так называемая цепочка блоков, которая коллективно вырабатывается при помощи майнинга. Поэтому, если рассматривать биткоин с точки зрения пользователя, это еще одна дополнительная валюта, введенная в обращение. По сути, она не отличается от традиционных и может быть конвертирована на биржах — в доллары, евро и т.д.

— Что такое майнинг?

— Вообще слово майнинг произошло от англ. *mining* — добыча полезных ископаемых. Это основополагающий процесс, который обеспечивает работоспособность всей системы, «добывая» биткоины. Его цель состоит в подтверждении транзакций. Но если при традиционных безналичных расчетах переводы подтверждаются банком, то здесь это делают люди — майнеры. Их интерес заключается в том, что за транзакцию они получают награду в виде биткоинов и собирают комиссию со всех подтвержденных ими переводов.

— Как и когда появился биткоин?

— История этой валюты началась в конце 2008 года, когда в Интернете была опубликована статья с описанием принципов работы системы Биткоин и создан сайт с программным обеспечением для ее поддержки. Автором материала является **Сатоши Накомото**. Это псевдоним, за которым скрывается целая группа разработчиков.

Задачей было предложить альтернативный вариант финансовых расчетов в глобальном масштабе и убедить мировое сообщество в том, что по правилам, которые предлагает система Биткоин, выгодно осуществлять платежи. Выложенное на сайте программное обеспечение позволяло любому заинтересованному человеку это попробовать: оставалось договориться между собой, какие товары и услуги они готовы покупать за биткоины. На первых порах многие работали с этой криптовалютой только из личного интереса, не продавая чего-то дорогостоящего, поэтому курс был относительно низким.

— От чего зависит ценность биткоина?

— Данная валюта ничем не подкреплена: ни золотом, ни гарантиями правительства, ни документами. Поэтому даже незначительные события могут повлиять на курс, но все же он сильно зависит от того, что происходит внутри самой системы. Из-за сильной привязки к программному обеспечению возникающие там ошибки подрывают доверие к валюте, и, как следствие, курс падает. Кроме того, важную роль играют глобальные события: в частности, мировой финансовый кризис, одним из проявлений которого была ситуация на Кипре в 2012–2013 годах, когда банки перестали выполнять часть своих финансовых обязательств. Тогда пошатнулось доверие к традиционным валютам, а курс биткоина вырос. Сейчас, если перевести количество всех существующих в Интернете биткоинов в доллары, их сумма составит почти 12 млрд. В глобальном масштабе его рыночная капитализация невелика, так что многое в состоянии повлиять на курс.

— А как можно доверять биткоину, если он ничем не подкреплён и может, грубо говоря, от одного глюка в программном обеспечении изменить свой курс?

— Действительно, нет гарантии, что вы потом сможете потратить биткоины с выгодой для себя. Однако система развивалась постепенно, есть несколько примеров, подтверждающих, что в начале развития этой криптовалюты к ней не было никакого доверия. Так, за 10 000 биткоинов один пользователь продал другому две пиццы. По сути, человек просто обменял число на еду. Примерно через год стоимость одного биткоина подскочила до 32 \$, и стоимость двух пицц составила 320 000 \$. В честь памятного события интернет-сообщество даже от-



мечает Bitcoin Pizza Day — 22 мая. Сейчас же один биткоин стоит порядка 700 \$.

Еще был случай: какой-то криптограф купил ради смеха ощутимое количество биткоинов и забыл про них. Когда же началась шумиха вокруг этой валюты, и курс резко вырос, он вспомнил про свою записку, и, потратив всего 20 % от нее, купил себе хорошую квартиру где-то в Скандинавии.

— Насколько сложно обналечить биткоин?

— Многое зависит от страны. На Западе это сделать проще: считается, если джинн вылетел из бутылки, то его назад не затолкать — просто нужно пытаться контролировать. Поэтому там не только нет официальных запретов, но делаются попытки работать с биткоином, и периодически можно услышать, что такси или больницы стали принимать эту валюту... А в некоторых восточных странах есть запреты вплоть до уголовного наказания. В России сейчас, судя по новостям, идет какое-то брожение, и в результате что-то должно произойти, так как просто отказаться от биткоина вряд ли получится. Это будет сродни железному занавесу, который рано или поздно упадет.

— То есть можно назвать биткоин лотереей?

— Только в том плане, что бывают резкие скачки курса. Скорее всего, завтра-послезавтра биткоин не рухнет, ведь у него уже есть определенная история и сформировавшееся доверие. Но так как колебания большие, кто-то более удачливый может этим воспользоваться. Для спекулятивных игроков, которые хотят нажиться, работа с биткоином достаточно интересна. Тем более что курс исходит из определенных событий: возможно, тот, кто имеет инсайдерскую информацию или хорошо понимает всю конъюнктуру, сыграет на опережение.

— Есть еще какие-то плюсы у этой валюты?

— Сатоши Накомото декларировал основные цели, ради которых разрабатывалась система: децентрализованность и анонимность. Первое означает, что ни у одной организации не будет контроля над деньгами, возможности влиять на курс и т.д. А анонимность — некое средство борьбы против «большого брата», чтобы нельзя было отследить платежи. Но тут много подводных камней: так, нелегальные структуры — торговцы оружием, наркотиками — могут продавать свои товары за биткоины. Очень известная биржа «Шелковый путь», где можно купить наркотики и оружие, принимала эту валюту. И когда американские спецслужбы провели расследование, биржу закрыли, а курс биткоина даже немного снизился — может, люди боялись, что его вообще запретят. Но потом всё восстановилось.

— А нельзя ли как-то обхитрить систему Биткоин?

— Если говорить об анонимности — мне кажется, это некая обманка, так как сейчас проводятся исследования, позволяющие связать номера счетов в системе данной криптовалюты с реальными людьми или их IP-адресом. В частности, при получении товаров за биткоины в интернет-магазине сохраняется история покупок, доставок... И, зная всю эту информацию, можно попробовать вычислить реальных людей.

Что касается децентрализации, тут тоже не всё так чисто. Поскольку система Биткоин тесно завязана на программном обеспечении, его необходимо обновлять и исправлять ошибки. Поэтому существует ядро разработчиков, которые именно этим занимаются, и их влияние достаточно велико. Они могут продвигать выгодные для них интересы. Так, есть механизм в системе, через который разработчики отправляют оповещения всем пользователям: например, информация о критических ошибках. И никто не мешает послать сообщение, удобное непосредственно им.

— А «неядро» может осуществлять такой контроль?

— Эмиссия биткоинов реализуется посредством майнинга. Чтобы эффективно осуществлять эту технологию, необходимо иметь определенные компьютерные мощности. Сейчас в системе Биткоин находятся сотни тысяч людей, и, чтобы повысить стабильность своего дохода, они выполняют майнинг, объединяясь в пулы. Но у них, как правило, есть менеджер. Формально его роль заключается в организации процесса, однако он может продвигать и свои интересы. Более того, сейчас есть статистика, что шесть крупнейших пулов контролируют порядка 75 % мощностей этой сети. Таким образом, если они сговорятся, то возьмут под контроль почти всю систему.

— Какие еще опасности могут быть при использовании биткоина?

— Есть поучительная история на этот счет. Некая компания выпустила подарочные сертификаты в биткоинах. Ведущий одной из зарубежных телепередач показал такой в прямом эфире. Проблема в том, что на нем был QR-код, который со своего экрана сфотографировал предприимчивый товарищ, а затем украл эти биткоины — правда, там было около 20 \$. Потом он написал в редакцию и даже предлагал вернуть деньги, но ему сказали, что он их честно заработал. Событие послужило уроком для других людей — ведь так можно остаться без своих средств.

— Почему вам интересна эта валюта?

— Про систему Биткоин стали часто рассказывать на конференциях, семинарах, курсах повышения квалификации, а поскольку моя научная деятельность связана с криптографией, мне захотелось понять механизмы работы криптовалют более детально.

— Какие научные направления существуют в этой области?

— Их несколько. Так, можно выделить исследования, в рамках которых устанавливаются связи реальных людей и IP-адресов с анонимными ключами и номерами кошельков в Биткоин. Хотя система и декларируется как анонимная, разрабатываются алгоритмы, призванные показать, что это не так. Другое направление — так называемый полезный майнинг. Сейчас для его работы затрачивается довольно много электроэнергии: чтобы осуществить транзакции, необходима сильная производительность, из-за чего майнеры получают огромные счета за электричество. Фактически, оно генерируется только для поддержания системы, а это может быть расточительно. Поэтому исследователи пытаются разработать некие альтернативные методы майнинга, которые в качестве «побочного эффекта» принесут реальную пользу.

В рамках еще одного направления на основе цепочки блоков создаются алгоритмы, тоже требующие третьей доверенной стороны — электронное голосование, коллективные платежи, лотереи и т.д.

Кроме того, разрабатываются альтернативные криптовалюты, улучшающие свойства Биткоин: например, ускоряют подтверждение транзакций, повышают анонимность, улучшают децентрализованность.

— А как регулируется создание этой криптовалюты?

— Скорость эмиссии задана параметрами системы и постепенно замедляется. В течение первых четырех лет каждые 10 минут эмитировалось 50 биткоинов, затем в течение следующих четырех лет — уже 25. В настоящее время каждые 10 минут создается 12,5 новых биткоинов. Данный алгоритм задан в системе изначально и не может изменяться. Приблизительно к 2040 году сделают 21 млн биткоинов, и в этом эмиссия закончится. Майнеры будут стимулироваться только комиссией за транзакции. Предполагается, что это позволит избежать инфляции.

— Как вы считаете, какое будущее у этой валюты?

— Мнений много. Лично я считаю, что в дальнейшем или система Биткоин станет кому-то подконтрольна, или будет запущена новая управляемая криптовалюта. Возможен следующий сценарий: те, кто имеет власть над сегодняшней системой, разрабатывают собственную криптовалюту, осуществят значительную эмиссию этих денег на свои счета, а затем, используя принадлежащие им финансы, распарят ее по всему миру. Так что курс резко возрастет, но система уже будет полностью подконтрольна — хотя в прессе могут сказать, что это анонимно и безопасно. И поскольку во многом СМИ контролируются финансовыми средствами, то сделать подобное достаточно легко.

Алёна Литвиненко. Фото из открытых источников

Зависть, вдохновение, восхищение

Что такое эмоции? Откуда они берутся, для чего нам нужны, что творят с нашим организмом, какую роль играют в общественных отношениях? Возможно ли контролировать и менять их с помощью сознания или медикаментов? В рамках нашего проекта три эксперта — эволюционный биолог, психофизиолог и культуролог отвечают на эти вопросы. Сегодня мы поговорим про зависть, вдохновение и восхищение



Павел Михайлович Бородин — доктор биологических наук, заведующий лабораторией рекомбинационного и сегрегационного анализа ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, профессор кафедры цитологии и генетики Новосибирского государственного университета, член

Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных данных, Научного совета по генетике и селекции РАН, Центрального совета Вавиловского общества генетиков и селекционеров. Научные интересы: эволюционная генетика, популяционная генетика млекопитающих, цитогенетика и молекулярная биология мейоза и рекомбинации.

Зависть

Павел Бородин:

— Это ощущение того, что тебе чего-то не досталось. Я помню, как-то обсуждал со своими студентами, есть ли в мире животных зависть и ревность. Я сказал им, что ревность — это чисто человеческое качество, и у животных его вроде бы нет. На это мне ответили: «Павел Михайлович, а вы не пробовали гладить одновременно двух котиков?».

Самое простое объяснение зависти: семейная ситуация, когда братья и сестры конкурируют за внимание родителей, и одному всегда кажется, что другому достается больше. Здесь это в большей степени проявляется, поскольку есть некоторый конфликт интересов. Я подозреваю, это чувство рождается отсюда, а потом распространяется на всё остальное.

Елена Дорошева:

— Это очень социальное чувство. Честно признаюсь, что про нейрофизиологию зависти я вообще ничего не читала, и не слышала. Наверное, она должно предполагать некоторую когнитивную установку. Потому что, завидуя, мы пристраиваем в голове определенный когнитивный конструкт: у кого-то есть что-то очень нужное нам. Думаю, здесь смесь желания, агрессии (против того, кто обладает желанным), и при этом градус возбуждения должен быть низким. Иначе будет иметь место действие для достижения желаемого.

Получается, зависть — это, скорее всего, подавление каких-то эмоций, той же самой агрессии. Представьте, у вас есть яблоко, которое я хочу. Я могу просто попытаться его у вас отобрать. Но, поскольку, во-первых, непонятно, действительно ли я сильнее, а во-вторых, в социуме существуют определенные нормы, не позволяющие так поступать, я эту агрессию подавляю. Думаю, что как раз в этот момент и возникает зависть. Она точно появляется не рано в онтогенезе, потому что совсем маленький ребенок выражает свои желания напрямую, а вот полугодовалый уже вполне может по полной программе завидовать тому, что новорожденный брат получает много маминого внимания.

Если говорить о зависти и ревности у социальных видов животных и человека, то следует помнить, что бои могут быть турнирными: иногда нужно не само «яблоко раздора», а важно показать, кто имеет доступ к ресурсу, кто здесь хозяин. Это состояние сильно отличается от «чистых» эмоций — со стороны доминанта зависти и ревности особенно не наблюдается.

Эти две эмоции чем-то похожи, первая представляет собой желание чего-то, что есть у соседа, вторая скорее подразумевает ощущение, что кто-то со стороны посягнул на твой ресурс. Хотя, мне кажется, что ревность — более энергетически окрашенное чувство. Мы скорее будем отстаивать свою территорию, чем пойдем отбивать соседскую.

Дмитрий Долгушин:

— В чувстве зависти много общего с чувством обиды. Недаром и по происхождению эти слова родственны. Согласно наиболее распространенной этимологии оба они образованы путем присоединения приставок к индоевропейскому корню **videti* (видеть). Зависть — по сути, та же обида на кого-то, обладающего превосходством (подлинным или мнимым). Всё, что было сказано про обиду, можно сказать и о зависти. Она точно так же искажает взгляд человека на мир и на самого себя, не позволяя ему заметить и оценить то, что он имеет.

Вдохновение

Павел Бородин:

— Вдохновение, по-моему, чистая фантазия. У всех у нас бывает хорошее настроение, плохое, иногда нам что-то хочется делать, иногда — нет. Это точно придумано — муза и прочие дела. Не думаю, что собака или кошка, когда носятся по квартире, испытывают вдохновение. Это просто радость от того, что всё хорошо и всё получается.

Елена Дорошева:

— Я бы сказала, что вдохновение относится к энерге-



Елена Алексеевна Дорошева — кандидат биологических наук, научный сотрудник Института систематики и экологии животных СО РАН, старший преподаватель кафедры сравнительной психологии Института медицины и психологии НГУ. Читает в университете курсы «Экспериментальная психология», «Физиология высшей нервной деятельности», «Психофизиология».

Сфера научных интересов: временная перспектива личности, жизненный путь, идентичность, самосознание, психологическое благополучие.

Спецпроект: Эмоции



тическим состояниям организма. Выделяется дофамин, возникает так называемое «состояние потока». Муза явилась, и я пишу, варю борщ. Это означает, что есть некая цель, и она, во-первых, желанна, а во-вторых, мы оцениваем ее достижение как высоковероятное (это уже когнитивная функция). Соответственно, возникает радостное предвкушение.

Так младенец, когда голоден, испытывает только отрицательные чувства — ему плохо, он хочет есть. А у уже подросткового ребенка наблюдается смесь положительных и отрицательных эмоций: с одной стороны, его мучит голод, а с другой — он знает, что скоро будет прием пищи, и предвкушает будущее удовольствие.

Существует информационная теория эмоций Симонова. Она подразумевает: то, какую мы будем испытывать эмоцию, зависит от силы нашего желания и от оценки возможности его реализации. Если мы несильно чего-то хотим и считаем, что это достижимо, возникнет легкая радость. Если желание велико и оценивается как воплотимое — вдохновение, сильное энергетическое ощущение потока. Когда мы чего-то хотим чуть-чуть, но считаем, что не можем этого получить, появляется легкая фрустрация. А если жаждем сильно, но считаем, что достичь этого невозможно, разочарование будет сильным, и, в зависимости от своих склонностей и опыта, человек станет испытывать злость или очень сильную подавленность, грусть, депрессию.

Дмитрий Долгушин:

— Что необходимо для того, чтобы создать произведение искусства? Конечно же, вдохновение. Этот ответ кажется нам само собой разумеющимся, но на самом деле он далеко не единственный. Древние греки, например, называли искусство словом «техне», что в буквальном переводе означает «ремесло» (от этого слова произошло наше слово «техника»). Для ремесла нужно не столько вдохновение, сколько умение, навык, соблюдение некоторых правил («технологий»). Ремесленник не может ждать, пока на него снизойдет вдохновение, его труд — дело методичного мастерства, а не безумного творческого порыва.

Противопоставление «ремесленника» и «художника» стало общим местом в культуре XIX–XX веков, но в Древней Греции, как видим, его не было. Не было его и в европейском классицизме XVII века, эстетика которого ориентирована на норму и образец. Оно появилось в конце XVIII в культуре предромантизма и романтизма, когда возникло понимание творческого акта как нерегламентируемого стихийного события в душе художника. Не поэт находит вдохновение, а вдохновение находит на него, считали романтики. Того же мнения, кстати, придерживался и Винни-Пух, который глубокомысленно замечал: «Кричалки — это не такие вещи, которые вы находите, когда хотите, это вещи, которые находят вас».

На этот счет любопытно рассуждение русского романтика К.Н. Батюшкова. Он полагал: хотя наступление вдохновения и не зависит от человеческого желания, но человек может способствовать тому, чтобы оно произошло. Для этого нужно соблюдать особую «питическую диэтику» («поэтическую диету», говоря современным языком), то есть вести образ жизни, делающий тебя способным воспринять «пламень небесный» вдохновения. Конкретные рекомендации по такому образу жизни Батюшков и давал в своей статье «Нечто о поэте и поэзии» (1815 г.).

Восхищение

Павел Бородин:

— Сильно-сильно примитивизируя, если мы имеем в виду восхищение людьми, это можно рассматривать как элемент поддержания некоторых социальных иерархий: уважение, субординация и прочее.



Дмитрий Владимирович Долгушин — кандидат филологических наук, доцент кафедры литературы XIX–XX вв. и кафедры истории культуры Гуманитарного института НГУ. Читает в университете курсы «История русской литературной критики XVIII–XIX вв.», «История зарубежной литературы (период романтизма)», «Культурология», «Православная культура России». Область научных интересов: творчество и биография В.А. Жуковского, русский романтизм, ранние славяно-фили, религиозно-философские искания русского образованного общества первой половины XIX в.

туры (период романтизма)», «Культурология», «Православная культура России». Область научных интересов: творчество и биография В.А. Жуковского, русский романтизм, ранние славяно-фили, религиозно-философские искания русского образованного общества первой половины XIX в.

Когда же мы говорим о восхищении пейзажами, величием чего-то, думаю, это чисто человеческая, культурная, цивилизационная вещь. Как будто тебе объяснили, чем положено восхищаться. Я подозреваю, что в природе этого нет. Вероятно, можно найти какие-то биологические аналоги восхищения, но мне ничего в голову не приходит.

Елена Дорошева:

— Я тоже не совсем уверена, что восхищение относится к эмоциям. Понимаете, у нас есть эмоции, а есть когнитивная обработка информации. И сложно отделить одно от другого, они ходят вместе, ведь наш мозг целостен. Должно быть очень серьезное поражение головного мозга, чтобы было чисто эмоциональное реагирование без когнитивного осмысления или, наоборот, откликнулся только разум. Если одна из систем откажет, такой человек будет испытывать огромные проблемы. Наши эмоции постоянно воздействуют на когниции, и наоборот, и в результате получается более-менее адекватное поведение. Физиологи говорят, что эмоции очень сильно связаны с мотивацией, с желаниями, они выстраивают наши цели. Когниции же помогают находить пути к их достижению. Эмоциональная реакция отвечает на вопрос «чего я хочу?», а когнитивная — «можно ли это сделать и как? А если нет, то какова альтернатива?». То есть получается постоянное взаимодействие и взаимопроникновение.

Что касается восхищения, я думаю, оно представляет собой некое смешанное состояние, здесь явно есть когнитивная оценка: это хорошо, это мне нравится, а также смесь радости, возбуждения, влечения и маленький компонент любви.

Дмитрий Долгушин:

— Это слово пришло в русский язык из церковнославянского, в котором оно образовалось как перевод греческого слова ἀρπαγῆς, что буквально означает «похищение», и приобрело значение «вознесение», «поднятие на высоту». И действительно, когда мы испытываем восхищение, предмет нашего восторга захватывает нас, мы признаем его выше себя, преклоняемся перед ним.

Диана Хомякова
Фото Юлии Поздняковой, предоставлены спикерами. Рисунок Юлии Поздняковой

АНОНС



Наука в Сибири

Подписка на газету «Наука в Сибири» — лучший подарок!

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забудьте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это:

- 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно — уже второй год мы выходим в цвете;
- 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;
- статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном;
- самые свежие новости о работе руководства СО РАН;
- полемичные интервью и острые комментарии;
- яркие фоторепортажи;
- подробные материалы с конференций и симпозиумов;
- объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.

Если вы хотите забирать газету в Президиуме СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (пр. Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн-пт с 9.30 до 17.30), стоимость полугодовой подписки — 120 рублей. Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».

Красноярские ученые создают биопрепараты для борьбы с сибирским шелкопрядом

Исследователи из Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН разрабатывают биопрепараты для защиты хвойных лесов от сибирского шелкопряда, которые позволят остановить массовое распространение вредителей



Гусеницы сибирского шелкопряда

Проект, в котором комплексно рассматриваются вопросы интенсивного биотического (болезни и вредители) воздействия на хвойные леса Красноярского края в условиях изменения климата, получил поддержку Краевого фонда науки и Российского фонда фундаментальных исследований в рамках конкурса проектов ориентированных научных исследований, в том числе междисциплинарных, 2016 года.

Сибирский шелкопряд — наиболее опасный хвоегрызущий вредитель лесов Северной Азии. В лесах Сибири в течение XX века площадь «шелкопрядников» — насаждений, погибших в результате периодических вспышек массового размножения сибирского шелкопряда, а также последующего развития в этих массивах хронических очагов черного пихтового усача и возникновения лесных пожаров, составляет не менее 20 млн га. На части этой территории до настоящего времени не произошло восстановление леса, что наносит ощутимый вред экономике и экологии. Согласно последним данным, современный очаг распространения вредителя уже занял площадь более 800 тыс. га на территории Енисейского и Нижне-Енисейского лесничеств.

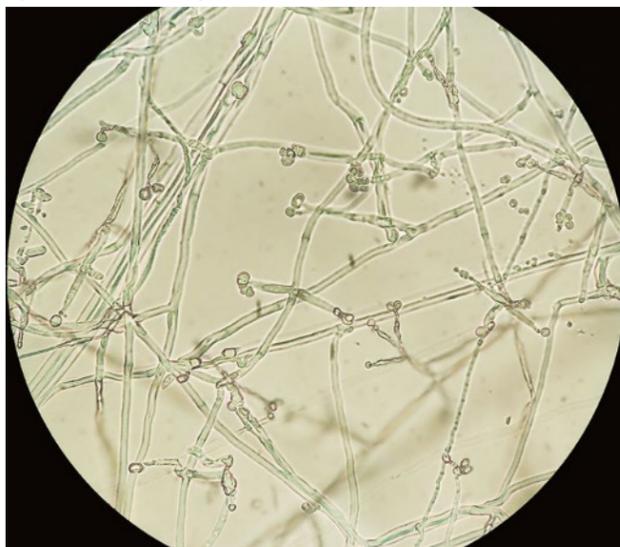
Директор Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН доктор биологических наук Александр Александрович Онучин отметил, что необходимость разработки препарата обусловлена возрастающей проблемой массового размножения вредителей.

«В крае одной из главных причин усыхания лесов является повреждение сибирским шелкопрядом. Погибшие лесные насаждения представляют серьезную угрозу для возникновения катастрофических пожаров, — рассказал Александр Онучин. — Очевидно, что приоритетной задачей является сокращение численности насекомых. Для этих целей и были созданы данные биопрепараты. Другой, не менее важной проблемой, решаемой в Институте леса СО РАН,

является возрастание агрессивности возбудителей корневых гнилей, определяющих усыхание сосновых и темнохвойных лесов юга Сибири.

Основой наших биопрепаратов являются сибирские (аборигенные) штаммы энтомопатогенных грибов и бактерий (прежде всего *Beauveria bassiana* и *Bacillus thuringiensis*). Это природные агенты регуляции численности фитофагов и фитопатогенов, применение которых, наряду с высокой эффективностью, является экологически безопасной альтернативой химическим пестицидам. Ограничение численности вредителя происходит за счет синтеза ферментов литического действия и токсинов, специфически воздействующих на возбудителей болезни».

«Споры, попадая внутрь тела насекомого, вызывают септицимию (сепсис), токсины различного механизма действия многократно увеличивают энтомопатогенную активность, — поясняет профессор, заведующий лабораторией лесных культур, микологии и фитопатологии доктор биологических наук Игорь Николаевич Павлов. — Кроме того, наряду с основными исследованиями, ведется систематический поиск новых штаммов, в особенности грибов вида *Beauveria bassiana*, которые являются не менее перспективными агентами биоконтроля по сравнению с широко изученными бактериальными продуцентами. Для грибов характерны не только высокие скорости роста и репродукции, но и способность длительно сохранять энтомопатогенную активность в природных условиях, что особенно важно для сибирского региона. Возможность их твердофазного культивирования на растительных отходах способствует созданию новой формы биопрепарата для превентивной обработки лесов».



Beauveria bassiana под микроскопом

Ученые пояснили, что разрабатывается несколько форм в зависимости от штамма-продуцента, способа его культивирования, целевого назначения и технологии применения биопрепарата. Так, препараты для

ограничения массовых вспышек в очаге заболевания должны обладать хорошими адгезивными свойствами и содержать преимущественно споры продуцента для ускорения развития патологического процесса в теле насекомого (спорово-мицелиальная масса, сухой смачивающийся споровый порошок). Для превентивной обработки лесов разрабатывается новая форма биопрепарата — на растительных отходах древесных видов сибирских пород путем твердофазного культивирования, что отчасти параллельно решает проблему их утилизации. Для увеличения эффективности биопрепаратов и их конкурентоспособности в перспективе разработку комплексных препаратов полифункционального действия на основе нескольких активных штаммов, обладающих различным механизмом регуляции численности энтомопатогенов.

Старший научный сотрудник лаборатории лесных культур, микологии и фитопатологии кандидат биологических наук Юлия Александровна Литовка рассказывает: «Продуценты разрабатываемого биопрепарата выделены нами из мертвых гусениц сибирского шелкопряда, полученных из очагов их массовой гибели. Энтомопатогенные свойства подтверждены серией лабораторных исследований. Для создания биопрепарата отдано предпочтение наиболее активным культурам гриба *Beauveria bassiana*, которые обладают широким температурным оптимумом и, что особенно важно, высокой скоростью роста при пониженных температурах (7–10 °С), что обеспечивает высокую эффективность биопрепарата в климатических условиях Сибири. Как известно, гусеницы сибирского шелкопряда зимуют в подстилке, и при большой плотности достаточно одной зараженной особи для гибели всей группы».

На сегодняшний день готовы несколько экспериментальных партий, которые будут использоваться не только на пораженных вредителем участках, но и на территории, где возможно формирование вспышек, для их предотвращения. Участки для опытно-производственной проверки биопрепарата определит Центр защиты леса Красноярского края в 2017 году. Отметим, что разработкой уже заинтересовалось Федеральное агентство лесного хозяйства. Так, на региональном совещании «Восстановление кедровых лесов Сибири и Дальнего Востока» под руководством заместителя руководителя агентства Николая Степановича Кротова было внесено в протокол решение о необходимости проработать вопрос использования в кедровых лесах, где прогнозируются вспышки массового размножения сибирского шелкопряда, превентивной обработки активными штаммами грибов (*Beauveria bassiana*), выделенными в Институте леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН.

Галина Прокопьева, Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности, Игорь Павлов, доктор биологических наук, заведующий лабораторией лесных культур, микологии и фитопатологии ИЛ СО РАН.
Фото предоставлены ИЛ СО РАН

В Красноярске создана экспериментальная установка для получения биопродукции из древесины

Исследователи из Института химии и химической технологии ФИЦ КНЦ СО РАН создали экспериментальную установку для изготовления биопродукции, основой для которой являются отходы лесопроизводства. При помощи «зеленого» метода переработки можно получить линейку экологически чистых продуктов для сельского хозяйства, медицины и фармацевтики, производства моторных топлив, целлюлозно-бумажной промышленности



Проект был поддержан Краевым фондом науки и Российским фондом фундаментальных исследований в рамках конкурса ориентированных научных исследований, в том числе междисциплинарных, 2016 года.

Заместитель директора по научной работе ИХХТ ФИЦ КНЦ СО РАН доктор химических наук Борис Николаевич

Кузнецов отметил, что развитие технологий и методов экологически безопасной переработки позволит решить вопрос не только утилизации отходов лесопроизводства, но и получения нужных биологических продуктов для многочисленных предприятий региона.

«На территории Красноярского края работает множество лесопромышленных предприятий, для которых утилизация отходов — отдельная статья затрат. Используя промышленный аналог такой установки, можно решить задачу рентабельной и рациональной переработки отходов коры и древесины и получения ценных химических продуктов, — рассказывает Борис Кузнецов. — К примеру, на этой установке можно произвести из древесины лиственницы антиоксиданты и пребиотики, микрокристаллическую целлюлозу, применяемую в медицинской и фармацевтической промышленности, биоэтанол для получения моторных топлив, а из коры лиственницы — органоминеральные удобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур».

Благодаря комплексной переработке сырья, ученые могут получить широкий ассортимент компонентов из целлюлозы и лигнина древесной биомассы. С этой целью были разработаны технологические процессы для поэтапной обработки древесины. В первую очередь дерево измельчается на роторной

мельнице и проходит сушилку. Затем подготовленная партия сырья помещается в реактор, заполненный химическим раствором. Полученный в ходе кипячения материал фильтруется и перекачивается в специальную емкость, где и происходит разделение растительных полимеров целлюлозы и лигнина. Далее из них получают конечные продукты.

Проект был успешно представлен на международной выставке «Древэкспо». После завершения всех необходимых экспериментов ученые планируют подготовить для потенциальных заказчиков — предприятий лесопромышленного комплекса Красноярского края и других регионов России техническую документацию для строительства промышленной установки по глубокой переработке древесины и коры лиственницы.

Галина Прокопьева, Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности
Фото предоставлено ИХХТ ФИЦ КНЦ СО РАН