



# Нацка в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 13 июня 2019 года • № 23 (3184) • 12+

## От Байкала до Америки: как человек заселял Северо-Восточную Сибирь



По нескольким найденным зубам, редким фрагментам костей с археологических стоянок ученые проанализировали 34 новых генома древнего человека и показали, когда и откуда люди пришли в Северо-Восточную Сибирь, какие популяции сменяли друг друга. Результаты работы опубликованы в Nature.



Читайте на стр. 4–5

Новости

## Пять школ региона стали базовыми школами РАН

Список базовых школ утвердила Российская академия наук на заседании комиссии по научно-организационной поддержке базовых школ. В перечень вошли пять образовательных учреждений Новосибирской области.

В утвержденный список школ вошли Вторая Новосибирская гимназия, Инженерный лицей Новосибирского государственного технического университета, гимназия № 1, Образовательный центр — гимназия № 6 «Горностай» и Лицей № 130 имени академика М.А. Лаврентьева. Кураторами в Новосибирской области стали председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон и академик Искандер Асанович Тайманов.

«Создание базовых школ позволит подключить к работе с одаренными

детьми научное сообщество — институты СО РАН и вузы Новосибирской области, привлечь преподавателей и работников институтов. В совокупности с нашими региональными образовательными проектами получит развитие инфраструктура работы с талантливыми школьниками. Всё это нацелено на воспитание и подготовку высококвалифицированных кадров для экономики региона, для дальнейшего развития науки и научной деятельности», — отметил министр образования Новосибирской области Сергей Владимирович Федорчук.

Всего в утвержденном списке — 108 образовательных учреждений страны. Цель проекта — создание максимально благоприятных условий для выявления и обучения талантливых детей, их ориентации на построение успешной карьеры в области науки и высоких технологий.

Обучающиеся базовых школ РАН получают новые возможности осваивать современные методы научных исследований; оценивать и рассчитывать достоверность, воспроизводимость и значимость результатов; самостоятельно получать новые научные знания, выдвигать и верифицировать гипотезы; проводить поисковые работы, решая задачи без заранее известного результата; работать в школьных научных сообществах под руководством исследователей. Среди ожидаемых результатов — создание «точек роста» для подготовки молодых ученых, обеспечение притока кадров в академические институты и вузы, повышение качества образования, обеспечение устойчивой взаимосвязи обучения с практической составляющей.

По материалам Sibkrai.ru

Новости

## План комплексного развития СО РАН представили на ПМЭФ-2019

Совместная экспозиция «Будущее начинается сегодня» субъектов СФО, СО РАН и Межрегиональной ассоциации экономического взаимодействия субъектов РФ «Сибирское соглашение» олицетворяла Сибирь на Петербургском международном экономическом форуме.

«СФО — единственный округ, который продемонстрировал свою стратегию развития комплексно, включив презентации всех областей и Сибирского отделения РАН. Таким образом мы продемонстрировали групповое сотрудничество, а не конкуренцию субъектов. Ожидаемо бренд Сибири оказался сильнее и привлекательнее брендов областей, особенно для иностранцев. В результате работы на ПМЭФ мы наладили связи с представителями профильных министерств регионов СФО, инновационных агентств. В частности, китайская компания China Materials (TianJin) International Trade Co. Ltd для получения доступа к закупкам кузбасского угля готова инвестировать в технологии его добычи и переработки; генетические технологии ранней диагностики рака — предмет пристального внимания компании «Новартис Фарма». Обсуждали возможность оперативного обнаружения лесных пожаров из космоса и перспективы перевода ТЭЦ на парогазовый цикл», — рассказал представлявший экспозицию СО РАН на ПМЭФ заместитель главного ученого секретаря СО РАН к.т.н. Юрий Александрович Аникин.

Директор ФИЦ «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН» академик Валерий Иванович Бухтияров принял участие в сессии «Инфраструктура Mega Science, создающая промышленность будущего», рассказав о важности строительства источника синхротронного излучения четвертого поколения — проекте ЦКП «Сибирский кольцевой источник фотонов» в новосибирском Академгородке: «Развитие таких направлений научной деятельности, как катализ и энергетика, медицина и биопромышленность, химические технологии и материаловедение, невозможно без проведения экспериментов и исследований на установках класса мегасайнс. Мы активно используем всю мировую сеть таких установок, но свой собственный источник синхротронного излучения, безусловно, нужен, поскольку проведение работ на зарубежных установках возможно только после прохождения конкурсных процедур, также есть исследования, сведения о которых не могут поступать в открытое публичное пространство, например связанные с решением задач национальной безопасности и технологических».

Планируется дальнейшее взаимодействие с партнерами на региональном уровне, а также работа на Восточном экономическом форуме.

Соб.инф



## Добавочные хромосомы могут быть фабрикой для образования новых генов

Сибирские ученые вместе с иностранными коллегами исследовали В-хромосомы (добавочные элементы генома) у лис, енотовидных собак, косуль, грызунов, рыб и рептилий. Генетики установили, что, в отличие от того, как считалось ранее, В-хромосомы включают целиком некоторые кодирующие белок гены, их фрагменты, а также сегменты дупликации (удвоения участков хромосом).

Детали опубликованы в нескольких статьях, спецвыпуске журнала Genes и недавно вышедшей монографии.

«Открытию В-хромосом уже больше 100 лет, их легко подсчитать с помощью обычного светового микроскопа. Они встречаются примерно у 5 % эукариот, но как случайные элементы, их число непостоянно и может варьироваться даже в пределах разных тканей у одной особи. Сейчас очевидно, что В-хромосомы — часть общей избыточности генома, характерной для ядерных организмов», — говорит заведующий лабораторией сравнительной геномики Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН кандидат биологических наук **Владимир Александрович Трифонов**.

Поскольку эти компоненты не являются необходимыми для функционирования организмов, в них могут образовываться, например, новые гены или происходить слияние фрагментов генов из разных частей генома. Существует предположение, что В-хромосомы — это своеобразный пластилин для эволюции, чтобы создать новые элементы, которые потом могут оказаться полезными для выживания.

«Мы находим одни и те же гены, связанные с цитоскелетом, мейозом, онкогенами в независимо образовавшихся В-хромосомах, например у косули и лисы. Это говорит в пользу неслучайного их попадания в добавочные элементы. Возможно, в дальнейшем при определенных условиях с них будет считываться инфор-

мация — эти гены будут транскрибироваться (с них будет синтезироваться РНК) и даже транслироваться (на матрице РНК будет синтезироваться белок). Уже показана большая роль дупликаций на хромосомах основного генома (всех остальных хромосом помимо В-хромосом. — Прим. ред.): в частности, за наличие крупного мозга человека отвечает ген, образовавшийся в новом месте генома в результате удвоения участка хромосомы», — отмечает Владимир Трифонов.

Возникновение повторов отдельных генов в В-хромосомах не вызывает заболеваний, которые возникают при появлении избыточных копий аутосом, как, например, трисомия 21-й хромосомы, известная как синдром Дауна.

«Гены, входящие в В-хромосомы, обладают вариацией числа копий, то есть их может быть больше или меньше, и это не влияет критически на работу организма. Обычно сравнивают животных с В-хромосомой и без нее, в большинстве случаев никакой разницы найти не могут. Среди сибирских косуль изучили сотни особей, и почти все они с В-хромосомами, а у европейских косуль — противоположная ситуация. Это, конечно, два разных вида, но они ничем не отличаются по своему основному кариотипу (комплекту хромосом без добавочных) и могут скрещиваться с образованием жизнеспособного потомства», — говорит Владимир Трифонов.

В дальнейших работах по исследованию В-хромосом предполагается определить, экспрессируются ли их гены, нарабатываются ли с них белки, и на каком этапе они образуются.

В июле этого года в Бразилии состоится международная конференция, посвященная только В-хромосомам. На нее съедутся со всего мира представители научных групп, занимающихся исследованиями добавочных хромосом; в программу мероприятия включены два доклада ученых СО РАН.

Работа выполняется при поддержке гранта РНФ № 19-14-00034.

Соб. инф.

## Обская стерлядь генетически более разнообразна, чем енисейская

Ученые Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН с коллегами из Томска, Красноярска, Санкт-Петербурга и Ульяновска исследовали генетическое разнообразие стерляди в бассейнах сибирских рек и выяснили, что обь-иртышская и енисейская популяции изолированы друг от друга. В то же время разных генетических вариантов этой рыбы больше в первом бассейне, чем во втором.

Подробности опубликованы в журнале Mitochondrial DNA Part A.

Стерлядь широко распространена в евроазиатских реках от Дуная до Енисея. Исследование биоразнообразия осетровых рыб, численность которых сокращается из-за частых браконьерских выловов, позволяет создать рекомендации по восстановлению этих видов. А также реконструировать климатические изменения, из-за которых происходили миграции некоторых видов на восток в эпохи плейстоцена и голоцена. Сейчас в Волжском бассейне обитает шесть видов осетровых, а в Оби, Енисее — только стерлядь и сибирский осетр. Вероятно, последние выжили во время смены водных режимов в плейстоцене именно потому, что относятся к маломигрирующим видам.

Специалисты ИМКБ СО РАН исследовали больше 300 образцов стерляди, предоставленной сотрудниками «Госрыбцентра» и выловленной в бассейнах Оби и Енисея. По набору специфичных маркеров определялось разнообразие популяции. Чтобы узнать, как изменялась ее демографическая структура во времени, ученые выделили первичную структуру митохондриального маркера ДНК стерляди. Это самая быстро эволюционирующая часть ДНК, поэтому она удобна для филогенетических реконструкций (закономерностей исторического развития живых организмов) и исследований демографической истории популяции.

В результате определения гаплотипов (совокупность разных вариантов одного и

того же гена в пределах одной хромосомы, обычно наследуемых вместе. — Прим. ред.) мы можем сказать, что обская стерлядь более разнообразна, чем енисейская. Возможно, так произошло потому, что заселение восточных регионов происходило в плейстоцене в то время, когда трансформировались водные режимы. Из-за оледенения был затруднен сток воды на север, происходили изменения течения рек. Енисейская популяция стерляди была изолирована в течение длительного времени, да и сейчас не происходит обмена с популяциями из Западной Сибири», — говорит заведующий лабораторией сравнительной геномики ИМКБ СО РАН кандидат биологических наук **Владимир Александрович Трифонов**.

Генетическое разнообразие имеет большое значение для популяции: чем сложнее система, тем она более устойчива — например, лучше противостоит внедрению паразитов и другим формам воздействия.

«Мы видим, что практически нет взаимодействия между обской и енисейской популяциями стерляди, даже в случае попыток перемещать разные линии в несвойственные им условия обитания. Вообще говоря, формы-интродуценты (привезенные из других ареалов) часто вызывают существенные проблемы в рыбном хозяйстве. Например, привнесенный ротан на Волге вытесняет местные виды, съедая их икру и молодь. С осетровыми таких проблем мы пока не наблюдаем, но тем не менее всегда даем рекомендации не смешивать рыб из разных бассейнов. Если это произойдет, то может возникнуть агрессивная форма, которая повлияет на традиционных обитателей», — объясняет Владимир Трифонов.

В дальнейших планах ученых — работа с коллегами из Европы по сравнительной характеристике генетического разнообразия всего ареала стерляди от Дуная до Сибири.

Работа выполняется при поддержке гранта РНФ № 18-44-04007.

Соб. инф.

В 2019 году Российский фонд фундаментальных исследований поддержал проект опорного вуза Алтайского края, посвященный социокультурной адаптации древнего населения региона — андроновской культуры периода бронзового века.

В команду проекта под названием «Биоархеологические подходы к проблемам адаптации андроновского населения Алтая», которым руководит ведущий научный сотрудник лаборатории междисциплинарного исследования археологии Западной Сибири и Алтая АлтГУ кандидат исторических наук **Дмитрий Валентинович Папин**, вошли и ученые лаборатории палеогенетики и палеогеномики ФИЦ ИЦиГ СО РАН во главе с заведующим лабораторией кандидатом биологических наук **Александром Сергеевичем Пилипенко**.

«С археологами Алтайского государственного университета мы успешно сотрудничаем уже на протяжении нескольких лет. Сейчас мы реализуем большой проект по генетическому исследованию населения андроновской культуры и миграционной волны эпохи развитой бронзы. Его конечная цель — получить новые генетические данные, расширить число локально-территориальных

## Ученые выяснили, что в эпоху бронзы на юге Сибири жили голубоглазые блондины

Археологи Алтайского государственного университета и палеогенетики ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» выяснили, что в период бронзового века значительную территорию юга Сибири населяли светловолосые и голубоглазые представители андроновской культуры.

групп андроновского населения и включить их в комплексное представление об этой группе изучаемого исторического периода. Сейчас идет очередной этап работы — отбор материала для анализа из антропологической коллекции АлтГУ. Это образцы из могильников, на которых работают археологи Алтайского государственного университета, — рассказал Александр Пилипенко. — Мы давно и целенаправленно сотрудничаем с вузом в области генетических исследований древних ДНК. Это большой цикл исследований, который, как правило, не ограничивается сроками выполнения грантов, а далеко выходит за эти рамки».

Палеогенетика позволяет по-новому взглянуть на традиционные исследования археологов. С помощью независимых методов она проверяет, тестирует выводы коллег-археологов, подтверждает их или опровергает. «В частности, изучая андроновскую культуру, мы пришли к выводу, что она лучше всего маркируется (определяется по ряду признаков) благодаря мужскому генофонду. Андроновцы отличались от представителей других культур, например афанасьевской, — это были преимущественно светловолосые и голубоглазые мужчины. Сейчас стало понятно, что именно мужской генофонд андроновской культуры, привнесенный в

эпоху развитой бронзы на юг Сибири, сыграл ключевую роль в развитии населения данной территории на протяжении нескольких тысячелетий. В то же время сценарий взаимодействия между андроновскими мигрантами и местным населением на разных территориях не был одинаковым. Где-то андроновская культура сохраняла свою специфику, например в Минусинской котловине, тогда как, например, в Барабинской лесостепи происходило активное взаимодействие с абригенами, в результате чего через несколько поколений от андроновцев здесь остается лишь несколько элементов», — уточнил Александр Пилипенко.

Также ученый отметил, что специалистов, кроме всего прочего, интересует более глубокий взгляд на популяционные генетические процессы: как андроновцы взаимодействовали с местным населением, включали ли они в свою среду местных мужчин или женщин, как это происходило на разных территориях, чем и почему отличалось. Над решением этих вопросов сейчас и работает коллектив барнаульских и новосибирских специалистов.

Пресс-служба АлтГУ



# Сибирские ученые предлагают масштабный проект по изучению магнитного поля Земли

Сотрудники магнитной обсерватории «Новосибирск», входящей в состав лаборатории (обсерватории) солнечно-земной физики Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, ведут непрерывную регистрацию магнитного поля Земли, выявляют магнитные бури и изучают движение магнитных полюсов на различных временных интервалах (от секунд до десятков лет).

О возможном крупном проекте по изучению магнитного поля рассказывает старший научный сотрудник лаборатории (обсерватории) солнечно-земной физики ИНГГ СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Николай Николаевич Семаков**.

## Были ли сильные магнитные бури над Новосибирской областью?

Магнитная буря — это возмущение магнитного поля длительностью от нескольких часов до нескольких суток. Оно происходит, когда в окрестности Земли попадают потоки солнечного ветра и вступают во взаимодействие с магнитосферой нашей планеты.

Ярким проявлением солнечной активности являются вспышки и коронарные выбросы. Вспышки происходят в местах взаимодействия солнечных пятен противоположной магнитной полярности. Во время вспышки на Солнце выделяются фотоны — через 8,5 минут после ее начала они достигают Земли. А коронарные выбросы потоком солнечного ветра несут к Земле облака заряженных частиц — плазмы. Именно они и вызывают магнитную бурю. Чтобы оценить ее мощность, ученые используют К-индекс (от 0 до 9 — в зависимости от величины максимальной амплитуды отклонения магнитного поля Земли в течение трехчасового интервала).

На юге Западной Сибири по-настоящему сильные магнитные бури регистрируются нечасто. К примеру, вспышка на Солнце, которая была зафиксирована 15 мая 2019 года, практически не отразилась на магнитном поле — среднесуточный К-индекс не превышал 1,5, что соответствует очень слабому колебанию. В среднем за год происходит до 30 мировых магнитных бурь.

«В разных частях земного шара магнитные бури имеют разную интенсивность, — отмечает Николай Семаков. — Полярные районы особенно чувствительны к влиянию солнечного ветра, а ближе к экватору магнитные бури проявляются намного слабее».

Николай Семаков вспоминает, что в новейшей истории сильнейшая магнитная буря происходила с 29 по 31 октября 2003 года. В это время в районе обсерватории «Резольют-Бей» на Канадском Арктическом архипелаге стрелка компаса отклонялась в течение суток почти на 100 градусов. Для сравнения: в обсерватории «Новосибирск» в то же время стрелка компаса отклонялась всего на 2,5 градуса. На эти различия повлияло то обстоятельство, что магнитный полюс в это время находился на существенно различном удалении от упомянутых обсерваторий: примерно в 400 км от Резольют-Бей и в 3 300 км от Новосибирска.



## Магнитное поле от Новосибирска до Ташкента

Помимо стационарного отслеживания текущей ситуации с магнитным полем Земли и вопросов, связанных с выявлением особенностей движения северного магнитного полюса, магнитологи ИНГГ СО РАН планируют вернуться к одному из научных проектов советского времени.

В начале 1970-х годов новосибирские геофизики вместе с московскими коллегами из Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН) проложили специальный профиль от Новосибирска до Ташкента. Он представляет собой сеть пунктов для измерения так называемого векового хода — изменений в величинах элементов земного магнетизма, наблюдаемых очень долгое время.

Пункт векового хода выглядит следующим образом: на спокойной территории — вдали от жилья, линий электропередач или железной дороги — выбирается место, где будут производиться измерения. В эту точку вкапывается немагнитный столб, вокруг делается окопка — и пункт готов. Замеры магнитного поля делают на определенной высоте, место закрепляется с точностью до нескольких сантиметров.

По словам Николая Николаевича Семакова, подобные пункты были размещены каждые 60 км на всей протяженности маршрута от Новосибирска до Ташкента (2 500 км). В первые годы специалисты, изучающие магнитное поле, регулярно проезжали по профилю и измеряли все компоненты геомагнитного поля. Две бригады ученых производили синхронные абсолютные наблюдения на двух пунктах, затем переезжали к следующей паре и так до самого конца пути.

«Было бы важно вновь пройти по этому маршруту и сделать измерения в тех же точках, что и почти 50 лет назад, — говорит Николай Семаков. — Это позволит наглядно оценить, как изменилось магнитное поле Земли на этом профиле за полвека, и выявить точки с магнитными аномалиями. Например, они могут возникать из-за движения плюмов, подготовки землетрясений или перестройки токовых систем в недрах планеты, а также в местах создания искусственных водоемов».

Сейчас специалисты Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН вместе с коллегами из Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН изучают старые архивы, чтобы восстановить точный маршрут и расположение всех пунктов.

Пресс-служба ИНГГ СО РАН  
Фото pixabay.com

# Физики изменили представление о влиянии нейтрального газа на плазму в открытых ловушках

Научная группа Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН впервые показала, что скорость откачки нейтрального газа в вакуумной системе открытой магнитной ловушки может быть уменьшена без роста потерь, по сравнению с первоначальной оценкой, почти в 100 раз. Результаты эксперимента не только изменяют теоретические представления о влиянии нейтрального газа на плазму, но и в будущем помогут упростить и удешевить конструкцию проекта института класса мегасайнс — газодинамической многопробочной ловушки (ГДМЛ).

Главной задачей исследований ИЯФ СО РАН по удержанию плазмы является физическое обоснование термоядерного реактора на основе магнитной ловушки открытого типа, способного работать с топливами, не содержащими радиоактивных тритий. Один из этапов достижения этой цели — создание в ИЯФ СО РАН инфраструктурного комплекса разработки новых технологий удержания термоядерной плазмы — ГДМЛ. В проект ГДМЛ будет интегрирован весь объем передовых знаний и технологий в области открытых магнитных систем удержания плазмы, накопленных в институте и в мире.

Для достижения параметров проекта ГДМЛ, в частности, необходимо поддерживать в расширителе магнитной ловушки вакуум с параметрами, гарантирующими ее стабильную и надежную работу.

«Нейтральный газ, неизбежно нарабатывающийся в вакуумной системе, увеличивает потери энергии плазмы и снижает ее температуру — рассказывает старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН кандидат физико-математических наук **Елена Ивановна Солдаткина**, — поэтому вопрос его откачки важен для любого типа открытой магнитной ловушки. Чтобы избавиться от нейтрального газа, необходимо откачивать его из установки со скоростью миллионы литров в секунду, а это серьезно усложняет проект и повышает его стоимость».

В недавних экспериментах на установке ГДЛ (газодинамическая ловушка) специалисты ИЯФ СО РАН впервые показали, что существующие теоретические расчеты не точны — нейтральный газ в вакуумной системе оказывает меньшее влияние на температуру плазмы, чем предсказывалось, и скорость его откачки может быть уменьшена по сравнению с первоначальной оценкой почти в сто раз.

«Процессы взаимодействия горячей плазмы и холодного газа оказались

не так просты, как их описывает теория. Наши эксперименты показали, что плазма при столкновении с нейтральным газом не теряет свои параметры, а пытается «сама за себя постоять», — добавляет Елена Солдаткина. — Она выталкивает газ из горячего центра наружу (к стенкам торцевого бака), то есть берет часть работы по откачке на себя. Так что совсем необязательно откачивать нейтральный газ с такой невероятной скоростью (миллионы литров в секунду), достаточно ста литров в секунду. В будущем это поможет упростить конструкцию ГДМЛ и снизить стоимость всего проекта».

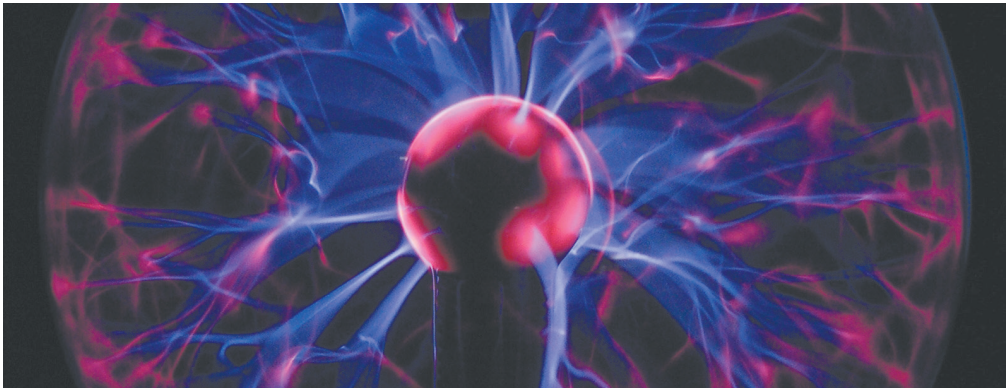
На данный момент в ИЯФ СО РАН разрабатывается собственная, более полная теория взаимодействия плазмы с нейтральным газом.

«Предварительные эксперименты на установке ГДЛ показали, что нейтральный газ не проникает в плазму, — рассказывает старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН кандидат физико-математических наук **Алексей Дмитриевич Беклемишев**. — Чтобы разобраться в причинах, почему этого не происходит, необходимо построить теоретическую модель. Гипотеза, которую мы развиваем, заключается в следующем: нейтральный газ, находящийся в объеме расширителя, при нагреве плазмой и постоянном давлении оттесняется к стенкам и, таким образом, в плазме его остается довольно мало. Гипотеза простая, но соответствующая ей математическая модель при требуемых параметрах сложна и плохо поддается компьютерным расчетам. На данный момент мы построили самую простую модель, в которой газ представлен в виде твердых шариков, которые сталкиваются с плазмой. Результаты качественно согласуются с тем, что наблюдается в эксперименте, то есть наша модель показывает, что газ действительно вытесняется к стенкам».

По словам Алексея Беклемишева, сейчас в институте развивается более сложная теория, описывающая кинетику взаимодействия молекул газа между собой снаружи от плазмы. Задача физиков — создать полную теоретическую модель, которая будет учитывать весь диапазон необходимых параметров.

Исследовательские работы проводятся при поддержке гранта Российского научного фонда «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых». Результаты опубликованы в журнале Plasma and Fusion Research.

Пресс-служба ИЯФ СО РАН  
Фото: I, Luc Viatour, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=160805w>

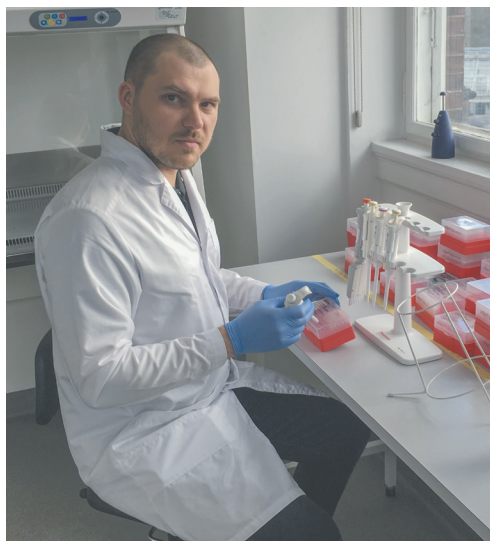


Плазменная лампа



# От Байкала до Америки: как человек заселял Северо-Восточную Сибирь

По нескольким найденным зубам, редким фрагментам костей с археологических стоянок ученые проанализировали 34 новых генома древнего человека и показали, когда и откуда люди пришли в Северо-Восточную Сибирь, какие популяции сменяли друг друга. Например, удалось установить, что у современных чукчей, коряков, ительменов и коренных народов Америки был один общий предок. Результаты работы опубликованы в Nature.



Александр Федорченко

«Для нас всё началось в 2016 году, когда я работал в Магадане. Мы вместе с сотрудниками Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института Дальневосточного отделения РАН (Магадан) кандидатом исторических наук Павлом Сергеевичем Гребенюком и кандидатом исторических наук Александром Ивановичем Лебединцевым начали проводить инвентаризацию антропологических образцов института. Мы понимали, что Северо-Восточная Сибирь еще очень слабо изучена в плане па-

Базу исследования составили 34 генома с территорий от Финляндии до Чукотки. На самом деле было изучено гораздо больше образцов, но не все оказались достаточно хорошей сохранности. Над статьей работал огромный международный коллектив ученых (перечисление соавторов и их аффилиаций составляет несколько страниц). Одни занимались непосредственным сбором образцов, другие изучали археологический материал, давали описание контекста, осуществляли антропологическое описание находок. Генетики из разных научных центров анализировали образцы и интерпретировали результаты. Кроме того, к исследованию привлекались лингвисты. Анализ материалов и подготовка рукописи проводилась командой профессора Эске Виллерслева, руководимой доктором Мартином Сикорой и российским археологом Владимиром Викторовичем Питулько.



Павел Гребенюк

леогенетики. Наши образцы являлись, быть может, не самыми древними в общей выборке, но информативными и уникальными в своем роде», — рассказывает младший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН Александр Юрьевич Федорченко.

Исследователи координировали свою работу с руководителем лаборатории генетики Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан) доктором биологических наук Борисом Аркадьевичем Малярчуком, имеющим большой опыт в осуществлении международных проектов. Им удалось связаться с коллективом Центра геогенетики Музея естественной истории Копенгагенского университета (Дания), возглавляемым известным ученым Эске Виллерселем.

Находки сибирских ученых были интересны датским коллегам прежде всего тем, что могли пролить свет на взаимоотношение популяций крайнего северо-востока Азии и Америки. Было известно, что эти популяции связаны: еще исследователи XIX века констатировали факт сходства их материальной и духовной культуры, языка. Однако как объясняется эта связь? Кем они являлись друг для друга: родственниками, прямыми потомками, предками? Ранее вопрос о взаимосвязях народов двух континентов изучался с помощью методов археологии, антропологии, лингвистики, однако генетических данных по этому региону было очень мало. Не хватало информации о самой древней эпохе — палеолите, которая позволила бы понять происхождение популяций.

Имелась и другая загадка. В 2013 году ученые из Копенгагенского университета опубликовали в Nature статью, посвященную анализу генома ребенка с археологической стоянки Мальта (Северное

Приангарье, недалеко от Иркутска). Эта стоянка известна уже давно и знаменита тем, что на ней были обнаружены женские фигурки из бивня мамонта, которые очень сильно напоминали изделия этого типа из европейской части России и Западной Европы, в азиатской части континента ничего подобного не находили. Археологи ломали голову над вопросом, является ли это просто схожестью развития, либо найденные артефакты — следы одной миграции, которая прошла через всю Сибирь (при том что никаких промежуточных стоянок этой миграции найдено не было). В статье датских ученых была доказана вторая точка зрения. Генетики показали близость загадочной популяции с западно-евразийским населением. Кроме того, гены мальтинского человека обнаружили у современных индейцев Северной Америки. Как так вышло? «Думаю, ответить на этот вопрос удалось в нашем исследовании», — говорит Александр Федорченко.

## Древние северные сибирцы

Как известно, человек современного типа сформировался в Африке. По меньшей мере 70–80 тысяч лет назад он вышел оттуда и начал активно расселяться по территории Евразии. Попыток покинуть Африканский континент было несколько (как минимум две), но успешной стала самая последняя. Сначала это была единая популяция, однако очень быстро она разделилась на несколько ветвей: одна пошла на север, другая двигалась на восток, в сторону Юго-Восточной Азии и Австралии. Представители последней ветви дали жизнь коренному населению Австралии. Ушедшие на север, как показал геном найденного в Омской области усть-ишимского человека, еще

45 тысяч лет назад были единой популяцией. Позднее они разделились на две ветви — западных и восточных евразийцев. Именно эти люди стали предками современного населения Азии и Европы.

Очень скоро часть западных евразийцев отделилась от основной популяции и расселилась на севере Евразии, продвигаясь в северо-восточном направлении. Свидетельством их существования стала археологическая стоянка Яна, открытая петербургским археологом Владимиром Питулько в 2001 году на севере Якутии. Возраст Янского комплекса составил около 31–32 тысяч лет (эпоха позднего палеолита). Исследования этого памятника под руководством Владимира Питулько предоставили ученым богатый археологический контекст. Там были найдены уникальные украшения, орудия и прекрасно сохранившийся антропологический материал, а именно — два зуба, которые позволили получить информацию о геноме древних обитателей стоянки. Проанализировав эти материалы, ученые из Центра геогенетики Копенгагенского университета установили принадлежность жителей Яны к прямым потомкам западных евразийцев.

«Как они попали в Северо-Восточную Азию, по какому маршруту пришли туда, сказать сейчас сложно. Неоднократно прослеживалось сходство этой стоянки со стоянкой Мальта — там присутствуют похожие костяные артефакты (бусины и подвески, орнаментированные диадемы и иглы). Отмечались аналогии и с восточно-европейскими памятниками: в плане развития той же костяной индустрии, искусства и различных технологий. Генетическое секвенирование показало, что мальтинцы являлись потомками янцев. Но первые жили на Байкале, а вторые — на севере Якутии», — рассказывает Александр Федорченко.

По словам ученого, период между 40 и 30 тысячами лет назад до сих пор остается слабоизученным, потому что с тех пор сохранилось мало антропологического материала. В одной из статей в Science, вышедшей в 2016 году, представлены свидетельства того, что люди обитали на западе Таймыра и в устье реки



Три крупные древние миграции в Северо-Восточной Сибири



Яны еще 45 тысяч лет назад. Это не стоянки в прямом смысле, а скорее, палеонтологические находки. Например, замороженная туша мамонтенка, у которого оказался срезан язык, сколот бивень, есть раны в ребрах; ребро волка со следами прижизненного повреждения — пробойной от орудия. Все эти травмы свидетельствуют — на животных охотился человек. Но что это были за люди: современного типа, неандертальцы или денисовцы, неизвестно. Достоверные следы заселения северо-востока Сибири с богатым археологическим контекстом пока обнаружены лишь на Янской стоянке возрастом 31–32 тысячи лет.

Также остается неясным, где и когда разделились западные и восточные евразийцы. Про последних известно, что на территории Китая они обитали уже 34–35 тысяч лет назад. Ученые предполагают, что восточные евразийцы жили именно на востоке Азии: в Китае, может быть, Монголии и на более южных территориях. Вероятно, именно там они контактировали с денисовцами, которые передали им часть своего генома. У янцев же никаких следов присутствия генома денисовского человека обнаружено не было.

#### Древние палеосибирцы

Как показывают данные генетики, примерно 24–18 тысяч лет назад со стороны Приамурья и Байкала в Северо-Восточную Сибирь приходят потомки восточных евразийцев. Волны миграций шли в направлении районов Колымы, Камчатки и Чукотки. В низовьях Колымы в отложениях местонахождения Дуванный Яр был найден фрагмент черепа человека возрастом примерно 10 тысяч лет. Проведя палеогенетический анализ этого образца, ученые установили его близкое родство с геномами современных коряков, ительменов, чукчей и коренных американцев. Популяция, представленная геномом человека из Дуванного Яра, получила название «древние палеосибирцы». Ученые установили, что их генофонд складывался из двух компонентов — восточно-азиатского и древнего северосибирского, близкого к тому, что обнаружен у представителей Янского комплекса и у ребенка из Мальты. Смешение этих двух популяций привело к возникновению нескольких наследственных линий: собственно древней палеосибирской популяции и предков коренных американцев, впоследствии заселивших Америку. «Очевидно, что индейцы не являются чистыми монголоидами, они сочетают в себе около 60 % генома восточных евразийцев и около 40 % — западных. Полученные в ходе нашего исследования данные позволили пролить свет на загадку, которую не могли разгадать антропологи: почему у древнейших палеоамериканцев, живших 12–13 тысяч лет назад, такие не-

*Ученые подчеркивают: на протяжении тысячелетий Центральная Якутия выступала источником культурных импульсов для всего крайнего северо-востока Азии. В этом регионе сменяли друг друга сумнагинская, сылахская, белькачинская, ымыяхтахская и усть-милевская культуры — исследователи отмечают преемственные элементы в их развитии.*

обычные высокие черепа, похожие на черепа европейских народов», — комментирует Александр Федорченко.

Ответить на вопрос, как предки коренных американцев из Евразии попали в Америку, помогает палеогеография. Она говорит о том, что в конце позднего плейстоцена, то есть в эпоху позднего палеолита, территории Чукотки и Аляски были соединены большим участком суши, который называется Берингия (она охватывала область от запада Канады до Таймыра). Ледники аккумулировали часть воды, и ее уровень в позднем плейстоцене был до 100 метров ниже, чем сейчас, что позволяло людям свободно передвигаться с континента на континент.

Не исключено, что первыми стали жить в Берингии еще древние северные сибирцы. «Согласно одной из современных концепций, получившей название Beringian Standstill (“Берингийская остановка”), освоение Берингийской суши человеком могло начаться еще до наступления максимума последнего оледенения (период около 27–19 тысяч лет назад). В основе этой модели лежит интерпретация данных палеогеографии и палеогенетики современного коренного населения Сибири и Америки. По мнению авторов этой гипотезы, достигнув территорий нынешней Аляски и Западной Канады, палеолитический человек был вынужден остановиться в своем продвижении в континентальную часть Америки, столкнувшись с непреодолимым препятствием в виде сплошного ледникового покрова из сросшихся Лаврентийского и Кордильерского ледниковых щитов. Это способствовало длительной изоляции предков коренных американцев в Берингии. Когда открылся проход между двух ледников, последовала стремительная миграция человека в южном направлении, которая привела к достаточно быстрому заселению Северной и Южной Америки, — говорит Александр Федорченко — Однако Beringian Standstill остается пока только гипотезой, поскольку, с точки зрения археологии, надежных свидетельств присутствия человека в Восточной Америке древнее



Зубы с Янской стоянки



15 тысяч лет не так много. Янцы первыми заселили Берингийскую сушу, или это было предки палеоиндейцев — сказать пока трудно. Но в любом случае, люди были там еще до прихода палеосибирцев — последние сформировались как раз таки около 25–20 тысяч лет назад к югу от Берингии».

«Мы предполагаем, что последующее широкое распространение берингийской традиции было связано с древней палеосибирской популяцией, которая в значительной степени стала предковой для многих популяций крайнего северо-востока Азии и Северной Америки, в том числе для палеоэскимосов, неоэскимосов и чукотско-камчатской общности, а также повлияла на генофонд общего предка кетов и атапасков. То есть эта группа представляла собой особую ветвь палеолитического населения Сибири и была широко распространена в Северо-Восточной Азии. Всё это позволяет по-новому взглянуть на различные проблемные вопросы древней истории, такие как лингвистическое сходство кетов и атапасков или антропологические особенности носителей неолитических культур Якутии», — рассказывает Павел Гребенюк.

#### Неосибирцы

В период между 10 и 3 тысячами лет назад представителей древней палеосибирской популяции на крайнем северо-востоке Азии постепенно заменили генетически отличные группы неосибирской популяции. По мнению исследователей, они продвигались с территорий Южной Сибири и Байкальского региона.

«Мы считаем, что распространение различных групп неосибирской популяции, выделяемой генетиками, могло быть связано с последовательностью культурных традиций раннего и позднего голоценового каменного века крайнего северо-востока Азии. Как показал палеогенетический анализ бедренной кости человека, найденной на стоянке Ольская недалеко от Магадана, потомки древних палеосибирцев продолжали существовать на этой территории, хотя, похоже, ареал их расселения около 3 тысяч лет

назад был ограничен территориями Камчатки, Чукотки и Северного Приохотья», — говорит Павел Гребенюк.

Так, ученым удалось показать, что древние палеосибирцы внесли свой вклад в геном предков палеоэскимосов, мигрировавших из Азии в Америку около 6 тысяч лет назад. Установить этот факт позволил геном древнего представителя палеоэскимосской культуры Саккак, погребенного в вечной мерзлоте Гренландии около 4 тысяч лет назад. Этот геном складывался из двух компонентов — древнего палеосибирского и восточно-азиатского, близкого к тому, что обнаружен у древних людей из пещеры Чёртовы Ворота в Приморье.

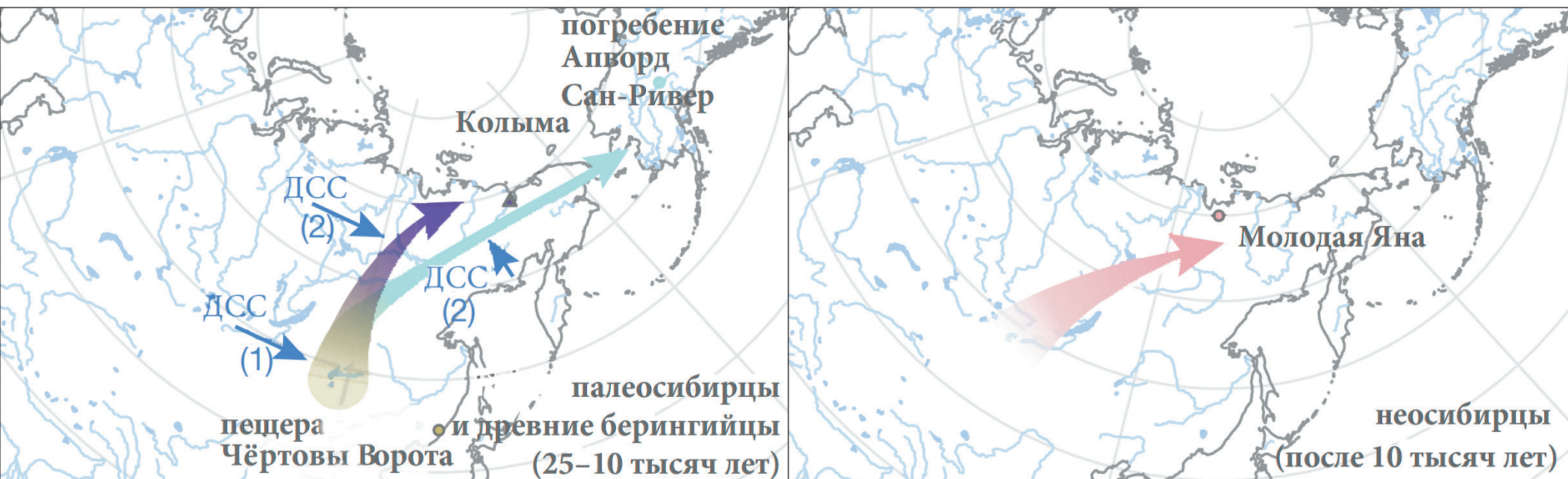
Есть свидетельства и движения в обратную сторону. «Благодаря палеогенетическому анализу антропологических материалов Уэленского и Эквенского могильников (Чукотский полуостров) было установлено, что генофонд неоэскимосских культур Чукотки, наряду с древней палеосибирской основой, примерно на 30 % состоял из палеоиндейского компонента, похожего на тот, что был найден у носителей культуры Кловис (Северная и Центральная Америка). Это доказывает обратную миграцию неоэскимосов из Америки на территории крайнего северо-востока Азии», — рассказывает Павел Гребенюк.

Ученые проанализировали также останки предков саамов в юго-западной Финляндии и показали их связь с неосибирскими геномами индивидов из пещеры Чёртовы Ворота. «То есть в древности генетические, а значит, и культурные связи проистекали на севере не только с запада на восток, в сторону Америки, но и с востока далеко на запад. Это показывает: начиная еще с палеолита люди свободно перемещались в Арктической зоне, легко мигрировали, их подвижность была колоссальной», — отмечает Александр Федорченко.

Диана Хомякова

Фото и иллюстрации

предоставлены исследователями





# Образование без жестких стандартов

В Новосибирске 43 учреждения дополнительного образования (УДО) различной направленности и более 88 тысяч обучающихся в них детей. Для чего нужны эти центры? Например, для профессионального самоопределения школьников и многостороннего развития личности. Школы и лицеи должны выполнять стандарты основного и среднего образований, в УДО основной критерий — заинтересованность. Эта система идет по другому пути и имеет свои проблемы, требующие решения.



## Я ученым стать хочу, пусть меня научат

Если рассмотреть системы дополнительного и общего образования с точки зрения регламента и государственных стандартов, в рамки которых обычно стараются вместить всё, что связано с процессом обучения, то первая будет обладать большей свободой выбора. А выбрать действительно есть из чего: хочешь — будь художником или музыкантом, а хочешь — на каникулах отправляйся в экспедицию с настоящими учеными. Ребенок может начать заниматься в той секции, которая ему нравится, и даже не в одной, а сразу в нескольких. Свободны здесь и преподаватели, они вправе проводить занятия в любой доступной ученику форме.

В департаменте образования мэрии города Новосибирска отмечают, что такая форма обучения принципиально расширяет возможности человека. Здесь и сейчас она нацелена на творческое проектирование и процессы социализации, а в качестве перспективы можно рассматривать профессиональное самоопределение школьников и реализацию их личных жизненных замыслов.

В новосибирском Академгородке ребята, которым интересно инженерно-техническое направление, занимаются в Центре молодежного инновационного творчества Клуба юных техников (ЦМИТ КЮТ). Обучающихся на постоянной основе здесь немного, за месяц приходит не больше 50 человек. В их число входят ученики гимназий № 3 и № 5, а прошлой зимой этим направлением заинтересовался лицей № 130. Вместо школьных уроков технологии для ребят проводят занятия в специально оборудованных кабинетах, где они работают за станками с числовым

программным управлением (ЧПУ), занимаются компьютерным моделированием и 3D-проектированием и выполняют фрезерные, токарные и электромонтажные работы. ЦМИТ КЮТ, как считает его руководство, — необходимый элемент, встроенный в систему образования. Интересная альтернатива урокам технологии — не единственная заслуга этого центра. В прошлом они помогали организовать подобные мастерские в гимназии № 3, а сейчас в ней работает преподаватель, проходивший стажировку в Клубе юных техников. Кроме того, каждое лето проводятся мастер-классы для детей от семи лет.

В лаборатории экологического воспитания ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» (СЮН) учащихся больше, около 350 человек, хотя форма работы та же: есть те, кто приходят и сами записываются в кружки, а есть группы, то есть классы, для которых занятия проводятся в качестве факультатива. Здесь занимаются даже дошкольники: близлежащие детские сады каждый год чуть ли не в очередь выстраиваются, переживают, что про них забудут. Подросткам и детям младшего возраста преподают не только педагоги дополнительного образования, но и ученые, например кандидат биологических наук, есть даже профессор. Самые маленькие изучают окружающий мир, им рассказывают, что происходит в природе в разное время года, из каких частей состоят растения или почему животные меняют свое поведение. Ребята постарше ходят на кружки по зоологии, экологии, биологии и геологии, где сначала слушают теорию, а потом проверяют знания на практике, например оценивают качество воды в водоеме по методике Пантале — Букка. Непонятно? А юные экологи

легко справятся с этим заданием.

Летом ребята, которым интересно более глубокое погружение в профессию, едут в экспедиции, где всё по-настоящему, как у взрослых. Они привозят образцы из животного или растительного мира, которые, например, ранее не были отмечены учеными, и передают их в ФИЦ ИЦиГ СО РАН или Институт систематики и экологии животных СО РАН. Итогом поездки должен стать научный отчет, написать который не сложно, если понимать, что такое наука и как она делается, а это именно то, чем ребята занимаются в полях. Любые поездки с детьми — дело серьезное: чтобы не было никаких недопониманий, проводится инструктаж, к тому же есть ограничения по возрасту — не младше 14 лет.

«В экспедицию всегда едем с удовольствием, потому что помимо науки есть масса других плюсов. Во-первых, процесс социализации, отбирается большая группа подростков, а это тот возраст, когда хочется общаться и заводить новых друзей. Во-вторых, там можно научиться всему, чему нельзя научиться в городе. Это же совсем другая жизнь», — рассказывает заведующая лабораторией экологического воспитания Анна Игоревна Стекленёва.

Еще один плюс СЮНа, который не может оставить детей равнодушными, — живой уголок. Здесь есть животные, птицы, земноводные и насекомые — всего около двухсот видов прыгающих, плавающих и летающих. Ребята кормят их и ухаживают за ними, а некоторых можно даже погладить и подержать на руках. Например, всеобщий любимец Антошка, одомашненная лисица, ведет себя, как собачка, и очень любит внимание.

## «Профессиональные» ученые?

При составлении учебных программ для всех уровней образования от начального общего до высшего профессионального педагоги руководствуются федеральными государственными образовательными стандартами, или ФГОСами. В работе таких центров, как, например, ЦМИТ КЮТ и СЮН, жесткого регламента нет, есть только требования к минимуму содержания, структуре и условиям реализации учебных материалов. Если говорить о следующем критерии — профессиональном мастерстве и уровне компетенции педагогов, — то он важен как для школ, так и для УДО, но в некоторых центрах дополнительного образования повышение профессионального уровня оказывается невозможным.

По словам директора ЦМИТ КЮТ Юрия Эдуардовича Демьянова, квалификация сотрудников центра зачастую выше, чем у тех, кто проводит переподготовку. В лаборатории экологического воспитания педагоги — сотрудники научных институтов, то есть люди, для которых наука — не только теория, но и практика. Иногда в СЮН приходят учителя той же биологии, чтобы не просто взять материал из учебника, а действительно освоить что-то новое, ведь человек, непосредственно занимающийся биологическими исследованиями, и педагог — это разные специалисты.

## Вопросы финансовые

Кружки технической и естественно-научной направленности способствуют формированию у детей проектно-исследовательских компетенций, необходимых как в школе, так и при поступлении в высшие учебные заведения. Министерство образования Новосибирской области поставило перед собой задачу — увеличить показатель занимающихся в подобных секциях. Для этого решено продолжить развивать материальную базу образовательных организаций, которая оснащается оборудованием для робототехники, фаблабами (небольшие мастерские с необходимым оборудованием) и станками с ЧПУ. Есть здесь и еще один интересный пункт — учреждения дополнительного образования нового типа: детские технопарки, Stem-центры, школьные и муниципальные специализированные центры компетенций и региональный центр компетенций «Джуниор Скилс» (JuniorSkills). Проект «Доступное дополнительное образование для детей», где и были обозначены эти задачи, рассчитывают реализовать до 2021 года, пока же необходимое оборудование есть не всегда и не у всех.

«Деньги на оборудование, как правило, идут из областных грантов плюс выполняем коммерческие заказы, и это, скажем прямо, дает нам возможность жить по-другому. Долгое время у нас были старые компьютеры, сейчас новые. Программное обеспечение частично покупаем, частично получаем бесплатно как учебные заведения», — рассказывает Юрий Демьянов.

Всё базовое оборудование для работы секций в ЦМИТ КЮТ есть: фрезерные, сверлильные и токарные станки, 3D-принтеры. Однако они должны иметь определенные характеристики и соответствовать некоторым стандартам. Директор центра считает, что в идеале в процессе работы должен получаться продукт, с помощью которого обучающийся



# Ричард Фейнман и Тува

В середине мая Тувинский государственный университет провел Вторые Фейнмановские встречи в Туве, посвященные дню рождения Ричарда Фейнмана — одного из крупнейших физиков XX столетия, участника Манхэттенского проекта, нобелевского лауреата по физике 1965 года.

Многие гости мероприятия, в том числе ученые-физики, часто спрашивают: «Что связывает Фейнмана с Тувой?» Фейнман был настолько разносторонней личностью, что назвать его просто физиком — всё равно, что назвать автомобиль тележкой на колесах.

Интересы Фейнмана были поразительно широки. Многие великие физики XX века являлись разносторонними людьми. Так, например, Альберт Эйнштейн играл на скрипке, Эрвин Шрёдингер знал семь языков и писал стихи, а Макс Планк — основоположник квантовой физики — серьезно занимался альпинизмом. Однако Фейнман даст фору всем им вместе взятым: он играл на банджо, писал картины, участвовал в психологических экспериментах, работал в качестве молекулярного биолога, приложил свои силы к расшифровке письменности майя и развил навыки взлома замков до такого уровня, что в один день сумел открыть все сейфы с совершенно секретной документацией по Манхэттенскому проекту, подложив в них издевательские записки.

*«Я находил для себя приключения совершенно своеобразным способом, который мне сложно объяснить: это похоже на рыбалку, когда опустил удочку в воду, а дальше — дело терпения», — говорил Ричард Фейнман. И в этом весь он.*

Увлечение Ричарда Фейнмана Тувой началось с коллекционирования марок, которые он собирал с детства. Среди них были и необычные треугольные тувинские марки, выпущенные до присоединения Тувы к Советскому Союзу. В конце 1977 года в гостях у Фейнмана Ральф Лейтон, который тогда работал в школе и преподавал элементарную алгебру, сказал, что ему поручили в довесок вести часы географии. На что Фейнман заметил: «География? Хм. С какой это стати учитель математики вдруг будет преподавать географию?» В свою защиту Ральф ответил, что знает все страны в мире. Тогда Фейнман сказал: «Неужели? Ну, хорошо, тогда скажи мне, а что произошло с государством Танну — Тувой?» Как позже признался Ральф Лейтон: «Фраза “Вы наверняка шутите, мистер Фейнман!” была бы тут как раз к месту, так как я полагал, что он выдумал это название. Оно звучало слишком красиво, чтобы быть правдой». А Фейнман продолжил свой рассказ о том, как в тридцатых годах он рассматривал сказочную Туву на удивительных по красоте треугольных и ромбовидных марках. Так началось последнее и необычное «путешествие» Фейнмана в Туву.

В этом году количество гостей — приглашенных ученых Фейнмановских встреч — было меньше, чем в 2018-м, однако их состав оказался более сконцентрированным на физико-математическом направлении. Работу школы начал профессор Лондонского университета Глен Коуэн рассказом об открытии антиматерии. В докладе было показано, как тесно сотрудничают физики-теоретики и физи-



Треугольные тувинские марки

ки-экспериментаторы, и насколько нужно быть внимательным, чтобы не упустить эпохальное событие, поскольку треки античастиц до их первооткрывателя Карла Дейвида Андерсона видели многие физики, но только он доказал, что это именно античастица электрона — позитрон, а не всем привычный уже электрон.

Из Томска приехали доктор физико-математических наук Галина Алексеевна Блейхер и кандидат технических наук Дмитрий Владимирович Сиделёв — сотрудники Научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга инженерной школы ядерных технологий, которой руководит профессор Томского политехнического университета доктор физико-математических наук Валерий Павлович Кривобоков — участник Фейнмановских встреч — 2018. Они подробно рассказали о своей научной работе и ее практическом применении. В своем докладе Д.В. Сиделёв раскрыл секрет работы сенсорных экранов, которая была бы невозможна без нанесения на них тонкой токопроводящей пленки. Он поделился возможностями увеличения производительности «своего» магнитронного диода, осуществляющего скоростное осаждение пленок хрома и никеля на «горячую» мишень. Показал объем экспериментальных и теоретических исследований, который был выполнен для достижения заявленной цели. Доклад Г.А. Блейхер был посвящен эрозии поверхности вещества, на которую падает мощный пучок заряженных частиц. В докладе были кратко изложены основные принципы взаимодействия мощных ионных и электронных пучков с поверхностью вещества, какие они вызывают последствия и как это можно применить на практике. Проанализированы тонкие моменты, возникающие в исследованиях, такие как расчет поглощенной дозы, управление скоростью эрозии поверхности и многие другие.

После завершения докладов ученые собрались за круглым столом, где решался вопрос о дальнейшей судьбе Фейнмановских встреч, перспективе их развития, а также дальнейших планах и задачах. Участники круглого стола пришли к единодушному решению: Фейнмановские встречи в Туве — полезное и успешное мероприятие с долговременным эффектом для повышения качества физического образования в Туве.

Михаил Чебодаев, к.ф.-м.н., заведующий кафедрой физики ТувГУ  
Фото из открытых источников

выйдет на такой уровень, где он уже кому-то интересен и в него будут вкладываться. Это одна из причин, почему стоит развивать технологический и маркетинговый комплексы в центрах молодежного инновационного творчества. За материально-техническую базу руководство центра обязано отчитываться, у них на десять лет заключен договор с областной администрацией, и всё это время ЦМИТ КЮТ должен выполнять их показатели и ежеквартально сдавать отчеты, указывая, деятельность скольких учеников и студентов они обеспечили.

В лаборатории экологического воспитания оборудования хватает не всегда, но сотрудники СЮН подходят к этому оптимистично и утверждают, что эффективность занятий не снижается. Анна Стекленёва рассказывает о том, что они делают в таких ситуациях: «Мы можем поехать в поле и провести занятие там. Поверьте, это гораздо эффективнее, чем за партой, пусть даже с ультрасовременной техникой и средствами мультимедиа. Если выбирать между картинкой на экране и натуральным объектом, последний, конечно, выиграет».

В мэрии Новосибирска заявили, что финансирование учреждений дополнительного образования идет за счет субсидий муниципального бюджета, а обучение ведется на бесплатной основе. Однако ЦМИТ КЮТ вынужден зарабатывать себе на жизнь самостоятельно, без посторонней помощи оплачивать аренду и выдавать зарплату сотрудникам, поэтому все услуги у них платные. Что касается СЮН, за их финансирование отвечает Институт цитологии и генетики, к которому центр присоединили в 1994 году. Со стороны администрации института это было большой смелостью, потому что она взяла под свою ответственность лабораторию, совсем не вписывающуюся в их формат. Директор — на тот момент академик Владимир Константинович Шумный — обеспечил СЮН материально и взял в штат сотрудников, с тех пор ИЦиГ СО РАН всячески поддерживает лабораторию.

## Специализированные классы: кружки в формате образовательного русла

Ни СЮН, ни ЦМИТ КЮТ не относятся к системе образования и, в общем-то, не желают входить в формат образовательного русла, где так много формальностей, бумаг и отчетов. У каждого педагога дополнительного образования есть своя программа и расписание, по которому строятся занятия, но нет оценок, нет преимуществ у тех, кто участвует в олимпиадах, а главный критерий качества — заинтересованность ребенка. А как строится учебный процесс в математических, естественно-научных или инженерных классах в общеобразовательных учреждениях?

Начинается всё с того, что министерство образования издает приказ, согласно которому объявляется конкурсная процедура на открытие специализированных классов. Каждая школа предоставляет документы по тем разделам, которые предлагает министерство, при этом описывая свои материальные возможности и достижения в этой сфере. На конкурсной основе министерство образования Новосибирской области выбирает школы, в которых будут открыты классы, например, инженерной направленности или с углубленным изучением биологии.

В общеобразовательной школе № 112 в 2011 году появился математический класс, еще через два года ребята начали осваивать инженерно-техническое направление. «На сегодняшний день при поддержке ПАО “РусГидро” детский тех-

нопарк школы оснащен современным оборудованием по альтернативной энергетике, совместно с резидентом технопарка Академгородка “Современные системы выращивания” создана уникальная лаборатория по формированию агро- и биоинженерных компетенций. Проектная и исследовательская работа учащихся инженерных классов по перспективным рынкам Национальной технологической инициативы MariNet, EnergyNet, AutoNet в 2018 году позволила ученикам завоевать шесть золотых медалей на Всероссийских робототехнических соревнованиях и три золотые медали на Всемирной робототехнической олимпиаде на Филиппинах. Под руководством учителей технологии старшеклассники стали призерами всероссийских соревнований лодок, работающих на солнечной энергии: “Солнечная регата” в Великом Новгороде и на европейском чемпионате Solarboot regatta. На мой взгляд, такое направление в учебной деятельности помогает сформировать у детей желание поступить в вузы на технические специальности, то есть происходит неформальное профессиональное определение ученика», — рассказывает Вадим Николаевич Платонов, директор школы № 112.

В лицее № 130 специализированные классы работают с 2013 года, а недавно открылись еще два восьмых — естественно-научный и математический. «Мы стараемся использовать все возможности, которые предоставляет Академгородок. Занятия проводят не только учителя, но и представители Специализированного учебно-научного центра НГУ и различных институтов СО РАН. Также мы сотрудничаем с Клубом юных техников и лабораторией экологического воспитания, но это учреждения дополнительного образования, которые расширяют возможности основной школы и, наверное, все-таки помогают ребенку готовиться к олимпиадам и конкурсам. Мы же обязаны выполнять стандарты основного и среднего образования», — отмечает заместитель директора по учебно-воспитательной работе лицея № 130 Елена Юрьевна Карстен.

## Навигатор по дополнительному образованию, или что нас ждет

По данным министерства образования НСО, во всех муниципальных образованиях области планируется создать опорные центры, которые обеспечат межведомственное взаимодействие по реализации современных, вариативных и востребованных дополнительных общеобразовательных программ. Как уверяют эксперты, выявление и развитие способностей и талантов будет основано на принципах справедливости и всеобщности, а главный упор сделают на самоопределение и профессиональную ориентацию обучающихся.

Интересной кажется идея о создании навигатора, который позволит семьям выбирать дополнительные общеобразовательные программы, соответствующие запросам, уровню подготовки и способностям детей с разными образовательными потребностями и возможностями (в том числе находящимся в трудной жизненной ситуации).

Областное правительство намерено развивать и совершенствовать систему дополнительного образования в регионе. Взяв за основу опыт работы образовательного центра «Сириус», планируется выработать региональную стратегию развития детской одаренности по всем направлениям: от кружковой работы в рамках Национальной технологической инициативы до профильного летнего отдыха.

Алёна Печура, студентка ГИ НГУ  
Фото: pixabay.com



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 мож-  
но найти в НГУ, НГПУ, НГТУ, литератур-  
ном магазине «КапиталЪ» (ул. Максима  
Горького, 78) и Сибирском территори-  
альном управлении Министерства нау-  
ки и высшего образования РФ (Морской  
пр., 2, 2-й этаж).

Адрес редакции:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел./факс: 330-81-58; 238-34-37.

Мнение редакции может  
не совпадать  
с мнением авторов

При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна

Отпечатано в типографии  
АО «Советская Сибирь»:  
630048, г. Новосибирск,  
ул. Немировича-Данченко, 104.

Подписано к печати: 11.06.2019 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-2019, 1-е полугодие.  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru

© «Наука в Сибири», 2019 г.

## ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигент-  
ному человеку? Подпишите его на га-  
зету «Наука в Сибири» — старейший  
научно-популярный еженедельник в  
стране, издающийся с 1961 года! И не  
забывайте подписаться сами, ведь  
«Наука в Сибири» — это:  
— 8—12 страниц эксклюзивной инфор-  
мации еженедельно;  
— 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 ком-  
ментарии; яркие фоторепортажи; под-  
робные материалы с конференций и  
симпозиумов;  
— объявления о научных вакансиях и  
поздравления ученых.  
Если вы хотите забирать газету в зда-  
нии Президиума СО РАН, можете под-  
писаться в редакции «Науки в Сибир-  
и» (проспект Академика Лаврентьева,  
17, к. 217, пн—пт, с 9:30 до 17:30). Стои-  
мость полугодовой подписки — 200 руб.  
Если же вам удобнее получать газе-  
ту по почте, то у вас есть возможность  
подписаться в любом отделении  
«Почты России».



По этой ссылке  
вы можете  
перейти на сайт  
«Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

# Сибирские ученые мониторят радионуклиды, оседающие в лишайниках и мхах

Новосибирские геохимики исследуют мхи, лишайники и хвойные деревья, произрастающие совместно в ландшафтно-климатических зонах Сибири. Эти растения являются биологическими индикаторами радиоактивных загрязнений. Задача ученых — выяснить, как в них накапливаются и распределяются радионуклиды. Полученные данные могут оказаться полезными для контроля активности вредных веществ в других растениях. Статья об этом опубликована в Journal of Environmental Radioactivity.



В. Страховенко и В. Малов отбирают пробы лишайников на берегу оз. Подкова (Улаганская долина)

Радионуклиды, в зависимости от проис-  
хождения, подразделяются на естествен-  
ные (ЕРН) и искусственные (ИРН). Первые  
содержатся в породах земной коры, и их  
присутствие в окружающей среде обуслов-  
лено природными факторами — вулкани-  
ческой активностью или месторождения-  
ми полезных ископаемых. Вторые пред-  
ставляют собой результат техногенной  
деятельности человека, например испы-  
таний на ядерных полигонах, таких как  
Семипалатинский и Новая Земля.

«Накапливаясь в атмосфере, радио-  
нуклиды с осадками попадают в почву и  
оседают в растительности, после чего  
мигрируют в пищевых цепях, — расска-  
зывает ведущий научный сотрудник ла-  
боратории геохимии благородных и ред-  
ких элементов Института геологии и ми-  
нералогии имени В.С. Соболева СО РАН  
доктор геолого-минералогических наук  
**Вера Дмитриевна Страховенко**. — Когда  
олень питается загрязненными лишайни-  
ками в тундровой и лесотундровой зонах,  
в его организм попадают вредные эле-  
менты, которые потом передаются чело-  
веку, употребившему в пищу оленью мя-  
со. Это серьезная проблема, связанная  
с риском для здоровья, и особенно акту-  
альная для северных территорий».

Еще в 1960-е годы в растительном по-  
крове лесотундровых зон было зафиксиро-  
вано превышение концентрации ура-  
на, тория и искусственных радиону-  
клидов: цезия-137, стронция-90, плуто-  
ния-239, плутония-240 и плутония-241, что  
потребовало пристального внимания и  
контроля со стороны ученых. В Сибирском  
отделении РАН с 1991 года по инициати-  
ве академика **Валентина Афанасьевича**  
**Коптюга** стали проводиться экологиче-  
ские исследования по ЕРН и ИРН на терри-  
тории Западной Сибири, а также по ртути  
и другим тяжелым металлам методами  
гамма-спектрометрии и атомной абсорб-  
ции. В этих работах принимали участие  
сотрудники лаборатории геохимии ред-  
ких элементов и экогеохимии (заведую-  
щий **Фёдор Васильевич Сухоруков**) и ла-  
боратории аналитической геохи-

мии (заведующий **Геннадий Никитович**  
**Аношин**) Института геологии и геофизи-  
ки СО АН СССР. Таким образом, было поло-  
жено начало экологическому направле-  
нию геохимических работ в Сибири.

«Совместно с химиками, почвовед-  
ами и ботаниками мы участвовали в мас-  
штабной междисциплинарной програм-  
ме по влиянию ядерных испытаний на  
Семипалатинском полигоне на террито-  
рию Западной Сибири и в других крупных  
проектах, — говорит Вера Страховенко. —  
Благодаря такому сотрудничеству мы на-  
учились работать с компонентами окру-  
жающей среды: почвами, донными осад-  
ками, мхами, лишайниками, лесными  
подстилками, торфяниками и хвоей, а  
также с лекарственными растениями. К  
2005 году был накоплен большой ма-  
териал по распределению радиоактив-  
ных элементов во мхах и лишайниках, что  
позволило рассмотреть их накопление  
в разных зонах».

В настоящее время фокус внимания  
сотрудников лаборатории геохимии бла-  
городных и редких элементов сосредото-  
чен на площадках, где представлены од-  
новременно мхи, лишайники и хвойные  
деревья (кедр, сосна, пихта, ель). Это от-  
носительно новое направление исследо-  
ваний, которое позволяет стандартизиро-  
вать условия загрязнения разных видов,  
произрастающих совместно. Пробы отби-  
раются послойно: в верхних и нижних тал-  
ломах (слоях) растений и почвах под ними.

Согласно результатам исследования,  
на северных территориях (в частности,  
в Ямало-Ненецком автономном округе)  
максимальная активность цезия-137 на-  
блюдается в лесотундровой ландшафт-  
ной зоне, загрязненной в период ядерных  
испытаний на архипелаге Новая Земля  
из-за медленной миграции элементов  
в почву в арктических условиях. На юге  
Западной Сибири удельная активность  
радиоцезия в мохово-лишайниковом по-  
крове и хвое деревьев соответствует ре-  
гиональному фону. Содержание есте-  
ственных радионуклидов в растениях во  
всех ландшафтно-климатических зонах

отвечает природным, за исключением  
некоторых локальных территорий, и в це-  
лом не представляет угрозы для здоро-  
вья человека.

По словам Веры Страховенко, мак-  
симальное содержание ИРН на север-  
ных участках отмечено в мортмассе (от-  
мершей части) растений, а на южных —  
в подстиляющем их субстрате. «При  
этом в некоторых случаях в лесной под-  
стилке, мхах и лишайниках содержание  
ЕРН меньше, чем в почве. Очевидно, это  
связано с тем, что в этих участках гор-  
ные породы являются концентраторами  
урана, тория и калия. Химические эле-  
менты практически не усваиваются мха-  
ми и лишайниками, а переходят в поч-  
венный субстрат и полностью насле-  
дуются от горных пород», — объясняет  
Вера Страховенко. Она добавляет, что  
естественные радионуклиды, в отли-  
чие от искусственных, распределены во  
всех слоях мхов и лишайников довольно  
равномерно.

Интересно, что в эпифитных лишай-  
никах, которые растут на деревьях, кон-  
центрация вредных веществ больше, чем  
в эпигейных, — наземных. «Скорее все-  
го, это связано с мозаичным выпадени-  
ем осадков. Эпифитные растения полу-  
чают загрязнения в течение всего года, в  
то время как эпигейные в осенне-зимний  
период, который длится по пять-шесть  
месяцев, изолированы слоем снега.  
Кроме того, стоит учитывать и время жиз-  
ни лишайников, достигающее несколь-  
ких десятилетий, и скорость, с которой  
разные виды растений выводят вредные  
вещества», — говорит Вера Страховенко.

Что касается хвои, то содержание в  
ней ЕРН и цезия-137 оказалось в два-три  
раза меньше, чем в лишайниках и мхах.  
Прежде всего, играет роль меньшее вре-  
мя их выведения. При этом молодая хвоя,  
как правило, содержит больше радиону-  
клидов, чем старая. Исследования пока-  
зали, что ель и пихта обычно практически  
не накапливают радионуклиды в хвое,  
в отличие от сосны и кедра. Но на разных  
площадках эти соотношения абсолютных  
содержаний могут меняться. Изучение  
содержаний ИРН, в частности цезия-137,  
в хвое позволяет контролировать появле-  
ние «свежих» загрязнений, это показала  
авария на атомной станции Фукусима.

Некоторые площадки представляют  
особый интерес для проведения мони-  
торинговых исследований. Одна из них  
находится в Караканском бору — там ис-  
следователи ежегодно на протяжении  
двадцати лет отбирают образцы мхов,  
лишайников и хвои. «Важно учитывать не  
только период полураспада радиону-  
клидов, но и время, которое требуется рас-  
тениям для их выведения, — говорит Вера  
Страховенко. — Мы ставили эксперимен-  
ты в полевых условиях: вносили неболь-  
шие дозы загрязнителей. Сейчас наша  
цель — посмотреть с помощью современ-  
ных прецизионных методов, как химиче-  
ские элементы перераспределяются вну-  
три разных слоев растений».

В рамках исследования проанали-  
зировано более 1 000 проб, отобранных  
в Ямало-Ненецком автономном окру-  
ге, Бурятии, Иркутской, Новосибирской,  
Кемеровской областях. Накопленный  
геохимиками материал еще не полно-  
стью опубликован. Интерпретация дан-  
ных потребует времени и привлечения  
узких специалистов. «Я геохимик и ми-  
нералог, поэтому не пыталась сама опре-  
делить виды лишайников или тип почвы,  
на которой они произрастают, это зада-  
ча ботаников-лихенологов и почвоведов.  
В науке важна интеграция», — подчерки-  
вает Вера Страховенко.

Юлия Ключникова  
Фото Веры Страховенко