



# Нацка в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

12 октября 2017 года • № 40 (3101) • электронная версия: [www.sbras.info](http://www.sbras.info) • ISSN 2542-050X • 12+



## ПЕТРОГЛИФЫ ИЗ-ПОД ВОДЫ

стр. 4—5

САМАЯ ПОЛЕЗНАЯ  
ПРЕСНОВОДНАЯ РЫБА  
ЖИВЕТ В СИБИРИ

стр. 3

НОБЕЛЕВСКАЯ  
ПРЕМИЯ-2017

стр. 6—7

ЮВЕЛИРНАЯ МОДА  
ДЕНИСОВОЙ  
ПЕЩЕРЫ

стр. 8

## ПОЗДРАВЛЕНИЯ

## ИНСТИТУТУ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СО РАН — 30 ЛЕТ

### Дорогие коллеги и друзья!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле сердечно поздравляют вас с 30-летием института!

За эти годы институт прошел большой путь становления, поисков оптимальных и эффективных форм работы, укрепления кадрового потенциала и материально-технической базы. Организация и становление института проходили в трудных для страны и науки экономических условиях, но вы сумели адаптироваться к этим условиям и создали коллектив ученых, способных решать сложные проблемы взаимодействия человека и природной среды. Институт непрерывно развивался — были созданы два филиала: Новосибирский и Горно-Алтайский. Работает сеть научных стационаров для проведения исследований в различных регионах Западной Сибири. Институт имеет экспедиционный флот на Новосибирском водохранилище и Телецком озере.

За 30 лет институтом успешно выполнены важные проекты по оценке экологических последствий строительства крупных гидроэлектростанций (Катунской, Крапивинской, Богучанской, Алтайской, Эвенкийской), газопровода «Алтай». Проведена экологическая оценка последствий ядерных испытаний на Семипалатинском ядерном полигоне. По заказу Российского космического агентства осуществляется экологическая оценка воздействий ракетно-космической деятельности на окружающую природную среду, экологический мониторинг деятельности и строительства космодромов России.

Особенно следует отметить успешное сотрудничество института с краевыми, областными и региональными

ми органами управления, ведомствами и учреждениями, его большую помощь в разработке региональных программ природопользования и сохранения ресурсов чистой воды, развития особых рекреационных зон, подготовке других важных рекомендаций.

ИВЭП активно развивает и поддерживает международные связи. Сотрудники института регулярно выезжают на международные научные мероприятия, посещают университетские и исследовательские центры за рубежом. В настоящее время ведутся совместные научные работы по трем международным проектам с исследовательскими организациями Голландии, Германии и Швейцарии. Институт водных и экологических проблем СО РАН является участником международного проекта, нацеленного на улучшение координации деятельности России и Казахстана в области трансграничного водопользования и решение ключевых проблем экологически устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности приграничных регионов, расположенных в одном речном бассейне.

Дорогие друзья! Желаем, чтобы ваш институт всегда отвечал духу времени, обогащал науку новыми знаниями и открытиями. От всей души желаем коллективу дальнейшей реализации научного и творческого потенциала, новых интересных идей, профессиональных достижений, воплощения в жизнь всех задуманных планов и проектов, здоровья, благополучия, счастья и уверенности в завтрашнем дне!

Председатель СО РАН  
академик РАН В.Н. Пармон  
Председатель ОУС СО РАН наук о Земле академик РАН М.И. Эпов  
Главный ученый секретарь СО РАН  
чл.-к. РАН Д.М. Маркович

### КОНКУРС

Гуманитарный институт Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантных должностей заведующих следующими кафедрами: романо-германской филологии; истории и теории литературы; истории, культуры и искусств; межкультурной коммуникации; источниковедения, литературы и древних языков. Требования к кандидатам: высшее профессиональное образование, наличие ученой степени и ученого звания, стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет. Срок подачи документов — один месяц со дня публикации объявления. Документы подавать по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1, каб. 1335, Гуманитарный институт, конкурсная комиссия; тел.: 363-40-17.

Кафедра физического воспитания Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантной должности заведующего кафедрой физического воспитания. Требования к кандидатам: высшее профессиональное образование, стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет. Срок подачи документов — месяц со дня публикации объявления. Документы подавать по адресу: г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 12/1, каб. 303, спортивный корпус НГУ, кафедра физического воспитания, конкурсная комиссия; тел.: 363-44-31, 363-41-07.

## ПРЕМИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ

*Лауреатам премии Правительства Российской Федерации 2017 года в области науки и техники для молодых ученых*

От имени Сибирского отделения Российской академии наук поздравляю коллектив сотрудников Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН в составе старшего научного сотрудника доктора технических наук **Сергея Владимировича Двойнишникова**, старшего научного сотрудника доктора физико-математических наук **Владимира Михайловича Дулина**, старшего научного сотрудника кандидата технических наук **Михаила Петровича Токарева**, научного сотрудника кандидата технических наук **Ивана Константиновича Кабардина**, младшего научного сотрудника **Дмитрия Викторовича Куликова** с присуждением премии Правительства Российской Федерации 2017 года в области науки и техники для молодых ученых за разработку и внедрение оптических систем регистрации параметров рабочих процессов для повышения эффективности энергетических технологий.

Эта высокая награда — заслуженное признание работы научного коллектива. Желаю молодым коллегам новых интересных идей и их блестящего воплощения!

Вице-президент РАН, председатель СО РАН академик РАН В.Н. Пармон

## 70 ЛЕТ ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН ЗИНФЕРУ РИШАТОВИЧУ ИСМАГИЛОВУ

### Глубокоуважаемый Зинфер Ришатович!

Руководство Сибирского отделения РАН, Объединенный ученый совет по химическим наукам СО РАН, сотрудники Сибирского отделения Российской академии наук горячо и сердечно поздравляют Вас, выдающегося российского ученого, крупного специалиста в области катализа и углехимии с 70-летием!

Будучи учеником и последователем академика Г.К. Борескова, Вы достойно развиваете его идеи по созданию научных основ теории катализа и их практической реализации.

Проведенные Вами и под Вашим руководством фундаментальные научные исследования с использованием современных физико-химических методов всегда имели важную практическую направленность. Разработаны катализаторы и реакторы с псевдооживленным слоем для реакций димеризации и ароматизации метана, для процессов промышленной экологии, утилизации радиоактивных отходов, для процесса окислительной очистки моторных топлив. Исследована реакция прямого окисления сероводорода в серу, созданы катализаторы и промышленная технология каталитической очистки газов от сероводорода. Выполнены комплексные исследования структуры углей, разработаны научные основы получения продуктов углехимии и индивидуальных продуктов в коксохимии.

Вам удается успешно сочетать плодотворную научную работу с эффективной организаторской деятельностью. Возглавив в 2010 году созданный в основном угледобывающем регионе Российской Федерации Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Вы являетесь его бессменным руководителем и безусловным научным лидером. Основные научные направления ИУХМ СО РАН — это глубокая переработка

угля, углехимия; химия углеродных материалов, композитов и наноструктур. Успешная работа института основана на крепком сплыве опыта ученых старшего поколения и активности молодых сотрудников. Создание института вывело науку на новый уровень фундаментальных исследований в углехимии, необходимых для создания базовых технологий в отрасли, которая является одной из самых значимых в нашей стране.

Под Вашим руководством выросла целая плеяда высококвалифицированных химиков: среди Ваших учеников 25 кандидатов наук и 4 доктора наук, плодотворно работающих в науке и промышленности.

Вами в соавторстве с коллегами опубликовано более 1 000 научных работ, получено множество авторских свидетельств, патентов РФ и зарубежных стран.

Ваш научный и организаторский талант и Ваши заслуги высоко оценены государством и научным сообществом — за работу «Разработка и внедрение новых каталитических технологий охраны окружающей среды и утилизации высокоэнергетических материалов» Вам вручена премия имени В.А. Коптюга, Вам присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ», за высокий профессионализм и существенный вклад в научное обеспечение актуальных проблем Кемеровской области — орден Почета Кузбасса.

Дорогой Зинфер Ришатович, примите в день славного юбилея наши искренние пожелания крепкого здоровья, долгих и счастливых лет жизни, семейного благополучия, неиссякаемой энергии и успехов.

Председатель Сибирского отделения РАН, председатель ОУС по химическим наукам СО РАН академик РАН В.Н. Пармон  
Главный ученый секретарь СО РАН член-корреспондент РАН Д.М. Маркович

## ПОЗДРАВЛЯЕМ ДИРЕКТОРА ФГУП ЖКХ ННЦ ВИТАЛИЯ ПЕТРОВИЧА МИХЕЕВА С ЮБИЛЕЕМ!

*В.П. Михеев работает в системе энергетики и коммунального хозяйства Новосибирского научного центра с 2002 года.*

С 2002 года В.П. Михеев занимал должность главного инженера — технического директора в ГУП «Управление энергетики и водоснабжения СО РАН», определял техническую политику по вопросам энергоснабжения и водоснабжения Новосибирского научного центра.

С 2008 года В.П. Михеев продолжил свою трудовую деятельность в должности начальника управления — главного инженера Сибирского отделения РАН, успешно решая вопросы по развитию материально-технической базы институтов и ремонту жилищного фонда академгородков Новосибирска, Томска, Красноярска и Иркутска.

В настоящее время В.П. Михеев руководит ФГУП «Жилищно-коммунальное хозяйство Новосибирского научного центра». Благодаря деловым качествам и большому практическому опыту работы В.П. Михеева, финансовое положение предприятия стабильное, производятся своевременные расчеты с ресурсоснабжающими предприяти-

ями, отсутствует задолженность по налогам и внебюджетным фондам, своевременно выплачивается заработная плата работникам предприятия. Все обязательства перед жителями Новосибирского научного центра предприятие выполняет в полном объеме.

В.П. Михеев награжден за заслуги в развитии единой энергетической системы России почетной грамотой РАО энергетики и электрификации «ЕЭС России», памятной медалью «За вклад в развитие Новосибирской области», памятным знаком «За труд на благо города» и благодарственным письмом городского Совета Новосибирска, памятной юбилейной медалью и грамотой в связи с 60-летием Сибирского отделения РАН.

За большой вклад в развитие энергетического хозяйства Новосибирского научного центра В.П. Михеев неоднократно награждался почетными грамотами администрации Советского района города Новосибирска и Сибирского отделения РАН.

Примите сердечные пожелания крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, бодрости духа, счастья, благополучия Вам и Вашей семье.

Коллектив ФГУП ЖКХ ННЦ

## В НОВОСИБИРСКЕ ПРОШЛА НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ И КЛЕТОЧНОЙ БИОЛОГИИ

В начале октября Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН провел третью научную школу — первая состоялась в 2010 году. Для участия зарегистрировались 107 слушателей и докладчиков из 14 организаций Новосибирска, Томска, а также Казахстана.

Представленные темы охватывали разные аспекты организации хромосом, эволюцию геномов, иммуногенетику, медицинскую генетику, а также современные методы молекулярной биологии. Для ознакомления с ними в ИМКБ СО РАН собрались студенты, аспиранты и ученые: последние рассказали о недавних достижениях в области биологии и генетики.

— У нас получилась даже не школа, а полноценная конференция, — пояснил директор ИМКБ СО РАН доктор биологических наук Сергей Анатольевич Демаков. — В результате участники увидели весь спектр того, что происходит в разных областях науки, а также могли пообщаться с докладчиками. Немаловажно, что к нам приехали не только студенты и аспиранты, но преподаватели из соседних стран — в частности, из Казахстана.

Представленные доклады можно было разделить на две категории,

первая из которых — выступления об устоявшихся направлениях, например о цитогенетике. Участники услышали, какие результаты достигнуты в классических областях биологии, сравнив написанное в учебниках с тем, что успело произойти в наши дни. Вторая тематика — новые направления, появившиеся относительно недавно: так, кандидат биологических наук Алексей Валерьевич Пиндюрин рассказал о высокопроизводительных технологиях в исследовании регуляторных последовательностей генома.

— Первая школа была организована иначе: она больше ориентировалась на студентов, — добавил заведующий лабораторией геномики ИМКБ СО РАН кандидат биологических наук Степан Николаевич Белякин. — Тогда я даже немного адаптировал свое выступление. нынешняя школа оказалась гораздо ближе к научной конференции: докладчики не щадили аудиторию, а она, как мне кажется, стала гораздо подготовленнее.

Немаловажное значение мероприятия — поиск потенциальных сотрудников: студентам НГУ требуется выбрать лабораторию для написания дипломной работы. Такие школы позволяют учащимся понять, что можно изучать в том или ином институте.

Соб. инф.

## СИБИРСКИЕ ФИЗИКИ ПОСТРОЯТ ИСТОЧНИКИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ КУРЧАТОВСКОГО ИНСТИТУТА

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН примет участие в разработке специализированного источника синхротронного излучения ИССИ-4 в НИЦ «Курчатовский институт». Основные научные задачи этой установки — исследование структуры живой и неживой материи, изучение ее динамики на атомарном уровне с фемтосекундным временным разрешением. Этот проект обсуждался в рамках научных советов РАН и государственной компании «Росатом».

— В нашем институте идет разработка специализированного источника синхротронного излучения ИССИ-4, такого пока нет нигде в мире, — рассказывает директор НИЦ «Курчатовский институт» Виктор Игоревич Ильгисонис.

В строительстве примет участие ряд организаций, включая ИЯФ СО РАН, который внесет значительный вклад в воплощение проекта. Менее масштабную версию такого источника сибирские физики планируют построить и у себя в институте.

— Участие в разработке подобных проектов важно для нашего института, так как среди прочего дает возможность развивать новые технологии в Новосибирске, — сказал директор ИЯФ СО РАН доктор физико-математических наук Павел Владимирович Логачёв.

— Сегодняшнее мероприятие определяет будущее и программу развития в России целого направления — физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза.

Специалисты со всего мира уже не первый год работают над рядом совместных проектов, где каждая страна вносит свой научный вклад в разработку. Так, на площадке экспериментального производства ИЯФ СО РАН проходит измерение параметров и настройка окупольных линз, магнитных элементов и источников синхротронного излучения для Европейского центра синхротронного излучения ESRF (Гренобль, Франция). ИЯФ СО РАН получил заказ не только на изготовление элементов, но и на сборку ускорителя: первая группа специалистов уедет во Францию уже в конце октября.

— Институт традиционно делает магнитные системы как по отдельности, так и целиком для различных установок по всему миру, — рассказывает заведующий сектором ИЯФ СО РАН кандидат физико-математических наук Александр Анатольевич Старостенко. — В рамках проекта таких элементов будет около 300. Магниты проверяются с помощью специальной установки, по которой перемещается карета с 17-ю датчиками. Сигналы от них отображаются на экране у оператора, где можно установить корректность работы магнита.

Соб. инф.

## САМАЯ ПОЛЕЗНАЯ ПРЕСНОВОДНАЯ РЫБА ЖИВЕТ В СИБИРИ

Ученые обнаружили самую полезную в мире пресноводную рыбу на севере Красноярского края.

Коллектив ученых из Федерального исследовательского центра Красноярский научный центр СО РАН вместе с коллегами из Сибирского федерального университета и нескольких академических институтов исследовали содержание полиненасыщенных жирных кислот омега-3 в промысловых видах сиговых рыб, выросших в естественных условиях. После сравнения результатов измерений с массивом мировых данных выяснилось, что енисейский омуль и сиг из таймырского озера Собачье — самые богатые по количеству ПНЖК среди всех исследованных пресноводных рыб. Результаты исследования опубликованы в журнале Lipids.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) или омега-3 жирные кислоты, по данным Всемирной организации здравоохранения, являются одним из необходимых компонентов рациона человека. Рекомендуемая для здорового питания и снижения риска сердечно-сосудистых и нервных заболеваний доза ПНЖК составляет 1 грамм в сутки. Жирные кислоты непрерывно расходуются организмом, и их нужно потреблять постоянно.

Основным источником ПНЖК для человека служит рыба. Дело в том, что наибольшей из всех живых существ способностью синтезировать омега-3 кислоты обладают одноклеточные водоросли. В водоемах их поедают рачки, тех в свою очередь — рыбы, которые и концентрируют полезные вещества в теле. В наземных же экосистемах синтез ПНЖК происходит с очень низкой скоростью. Восполнить суточную дозу омега-3 соединений, потребляя растительную или другую наземную продукцию, практически невозможно.

Однако не всякая рыба может быть полезной для восполнения дефицита жирных кислот. Считается, что морские виды богаче ПНЖК, чем пресноводные. При этом даже у обитателей моря наблюдается большой разброс в удельном содержании полезных кислот в организме. Ученые предполагают, что полезность рыбы с этой точки зрения определяется специфическими условиями места ее обитания, разнообразием кормовой базы и, конечно, генетической предрасположенностью.

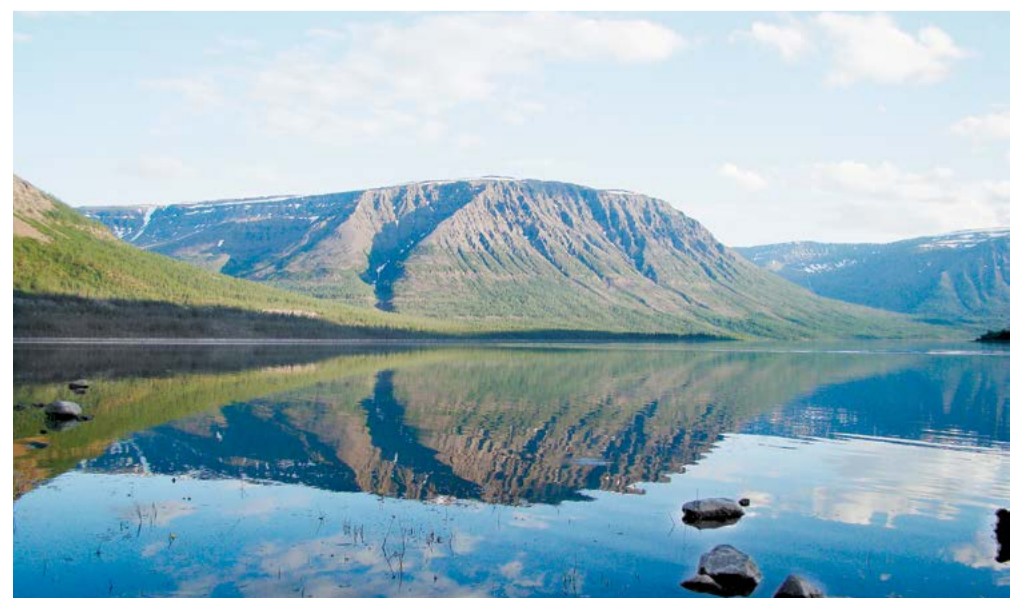
Сибирские ученые вместе с коллегами из российских институтов РАН сравнили содержание омега-3 кислот

в морских и пресноводных рыбах из разных мест обитания. Оказалось, что енисейский омуль и сиг из таймырского озера Собачье приближаются по своим показателям к самым богатым по ПНЖК рыбам. Среди исследованных пресноводных и мигрирующих из пресных вод в морские рыбы они являются чемпионами. В омуле находится 17,6 миллиграммов омега-3 кислот на грамм биомассы, в сипе из таймырского озера — 16,6.

«Не всегда у населения есть возможность потреблять дары моря. При этом многие пресноводные виды настолько бедны ПНЖК, что даже килограмм продукта не восполнит суточную норму. В нашей же северной рыбе омега-3 соединений очень много. Если взять среди них виды-рекордсмены, то всего лишь 50–60 грамм рыбы в день покроют рекомендуемую медиками потребность. Такое богатство связано с особыми условиями жизни этих видов — природные, часто не тронутые человеком экосистемы с разнообразной кормовой базой. Мы выяснили, что те же самые виды, обитающие в других условиях, могут иметь в своем организме мало полезных кислот», — пояснил руководитель работ заместитель директора Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН, заведующий кафедрой СФУ доктор биологических наук Михаил Иванович Гладышев.

Работы по оценке качества обитателей водоемов выполняются в рамках проекта Российского научного фонда «Выявление генетических и экологических факторов, определяющих содержание в промысловых рыбах полиненасыщенных жирных кислот — протекторов сердечно-сосудистых заболеваний». Сегодня все большее и большее количество рыбы и других морепродуктов попадает на наши прилавки не из чистых природных водоемов, а из искусственных садков или загрязненных вод Юго-Восточной Азии. Качество такой продукции не всегда высокое. Во многом это связано с неполным пониманием причин, объясняющих разброс показателей пищевой ценности организмов. Коллектив исследователей планирует выработать конкретные рекомендации для производителей и потребителей рыбы, которые смогут повысить качество питания и сохранить здоровье населения, а также выявить биохимически особо ценные виды, пригодные для разведения в аквакультуре.

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН  
Фото Ларисы Глущенко



Река Енисей

## ПЕТРОГЛИФЫ ИЗ-ПОД ВОДЫ



Поиск плоскостей с петроглифами с лодки

После строительства Красноярской ГЭС и наполнения резервуара водохранилища были затоплены десятки памятников древнейшего наскального искусства. Однако иногда вода спадает, и некоторые петроглифы снова появляются на белый свет. Тогда ученые из Кузбасской лаборатории археологии и этнографии ИАЭТ СО РАН (Кемерово) приплывают к этим скалам, чтобы в результате сложнейших исследований с качающейся лодки дополнить данные по уже известным изображениям и найти новые, не зафиксированные предшественниками.

По обоим берегам Енисея и в устьях его притоков от Абакана до Красноярска находились десятки памятников наскального искусства. Большинство из них полностью или частично ушло под воду после строительства Красноярской ГЭС. Сотни изображений затонули, погибли и продолжают гибнуть от разрушения скального массива, сезонных колебаний уровня воды, ледоходов, осыпей. Из-за продолжающейся переработки берегов разрушаются и те петроглифы, которые находятся выше уровня затопления.

Заполнение Красноярского водохранилища происходило в 1964–1970-е годы. Площадь затопления рассчитали, хотя в итоге она оказалась несколько больше, чем предпо-

лагалось. О том, что вода затронет археологические памятники, было известно — Минусинская котловина знаменита богатством наскального искусства, она является одним из самых насыщенных петроглифами регионов в России. Однако в Советском Союзе это не считалось достаточным основанием, которое могло бы препятствовать строительству ГЭС.

«Археологическая экспедиция из Кемеровского государственного университета работала в этих местах в 1980-е годы, мы исследовали петроглифы, находящиеся далеко от воды, в полной уверенности, что всё, что на берегу, навсегда затоплено. А в 1990-е, когда начались проблемы в российской экономике, уровень Красноярского водохранилища стал часто падать. Иногда в южной его части Енисей находился практически на том уровне, который был до затопления. В 1990-х годах я со своей первой самостоятельной экспедицией проводила документирование петроглифов в горах Оглахты (60 км ниже Абакана). И вдруг мы увидели, что посреди водохранилища вышли острова, вода очень сильно упала. Пошли осматривать скалы вдоль берега и оказалось, что очень многие петроглифы, наверное больше половины известных, не разрушились под водой. Какие-то были скрыты осыпями, какие-то погибли, но все-таки очень много из них было доступно для копирования», — рассказывает научный сотрудник Кузбасской лаборатории археологии и этнографии

ИАЭТ СО РАН Елена Александровна Миклашевич на V(XXI) Всероссийском археологическом съезде.

Теперь исследовательница бывает там почти каждый год. Зимой из водохранилища сбрасывают воду, и ранней весной скалы обнажаются (не на всем протяжении водохранилища, но в самом его начале, как раз там, где сосредоточены самые крупные памятники). Ученые стараются «отлавливать» эти моменты, чтобы успеть зафиксировать ценные изображения, пока их снова не скрыло рекой. Наиболее плотно с этими памятниками начали работать с 2014 года, когда был заключен договор о научном сотрудничестве с Государственным природным заповедником «Хакасский», на территории которого находится горный массив Оглахты.

«Много петроглифов сохранилось, но много и утеряно. Их разрушает вода, ледоходы, замерзание... Если бы вода находилась всё время на одном уровне, то, может быть, они и выжили бы. Но ее уровень постоянно колеблется, вода остается в трещинках, зимой замерзает, разрывая камень. Рушится сам берег — вероятно, некоторые плоскости еще живы, но погребены под осыпями», — говорит Елена Миклашевич.

Исследователи сосредоточились на двух самых крупных комплексах наскального искусства, расположенных в горных массивах Оглахты (левый берег Енисея) и Тепсей (правый берег реки Тубы в месте ее впадения в Енисей). Они находятся в верхней части водохранилища, где при сбросе воды уровень понижается особенно сильно. Рисунки на береговых скалах обоих памятников давно известны ученым, достаточно хорошо исследованы и даже опубликованы. В начале XX века работы на них проводились знаменитым ученым-сибиреведом Александром Васильевичем Адриановым. Он копировал рисунки методом эстампажа (бумажные оттиски со скал), получались практически факсимильные копии. Сейчас они хранятся в Санкт-Петербурге, и по ним можно восстановить то, что утрачено. В 1960-х годах эти памятники изучала ленинградская экспедиция под руководством Якова Абрамовича Шера. В результате ее работы было сделано много фотографий и копий-прорисовок изображений. Археологи были уверены, что это будет затоплено на-

всегда, и старались успеть зафиксировать как можно больше. Долгое время считалось: всё, что утонуло, введено в научный оборот и хорошо изучено. Но исследование Кузбасской лаборатории ИАЭТ СО РАН показали, что это не совсем так.

«Еще А.В. Адрианов и Я.А. Шер отмечали, что на этих памятниках изображения находятся на разных ярусах. Какие-то у самого уреза воды, какие-то высоко на недоступных скальных фризах. Именно благодаря этой особенности мы нашли новые петроглифы», — отмечает исследовательница. Поднявшийся уровень Енисея заметно изменил «ракурс» съемки. То, что Шеру приходилось копировать и фотографировать с лесов, теперь можно увидеть на уровне глаз с лодки. Фотография современного вида береговой линии была сопоставлена с планом расположения плоскостей с петроглифами, составленным Я.А. Шером до затопления, в результате чего удалось установить, какие петроглифы из зафиксированных им всегда находятся под водой, какие — в зоне колебания уровня воды, а какие — выше.

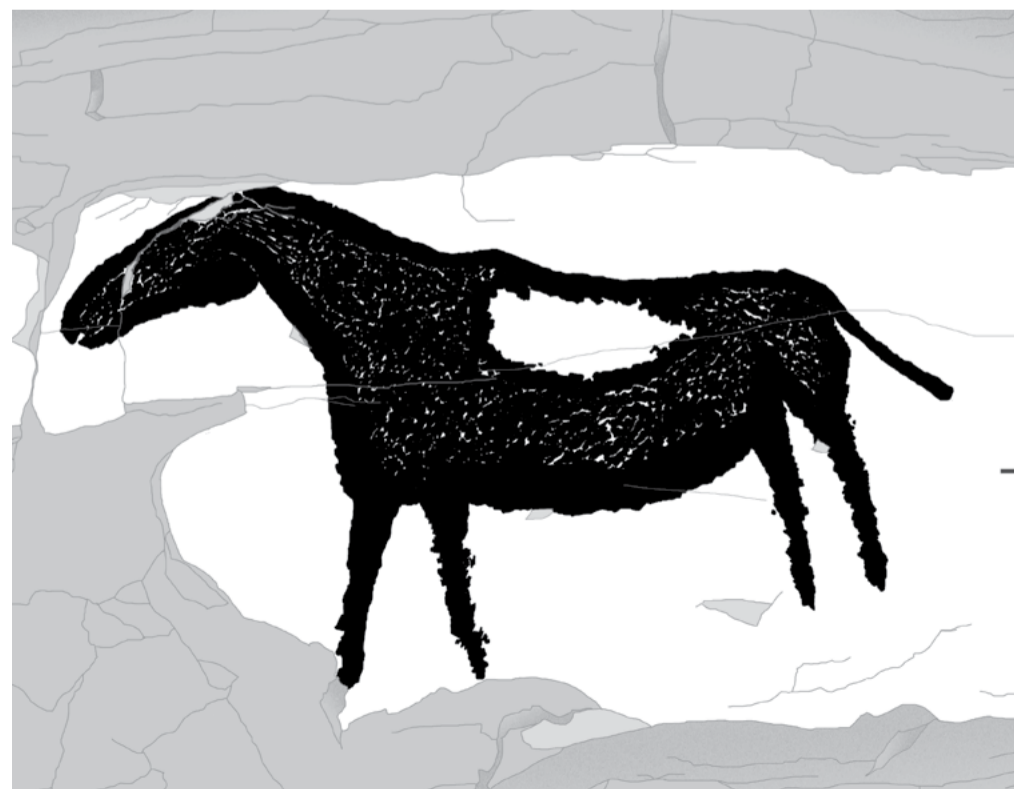
Есть много проблем с тем, чтобы все эти изображения найти и правильно их зафиксировать. Исследования приходится проводить с лодки. Никакой возможности ходить вдоль берега, даже когда вода спадает, нет. Ученые плавают на лодке первую половину дня, когда скалы освещены солнцем, и пытаются что-то разглядеть. На каждой плоскости хорошее освещение (когда солнце падает на нее под косым углом) длится час-полтора максимум. Для некоторых плоскостей подходящих условий нужно ждать по несколько дней, а в неподходящих рисунок просто не увидишь или не разглядишь все его важные детали.

Пока вода стоит, на камнях нарастают водоросли, потом они умирают, и на их месте остается белый налет. Он мешает, во-первых, заметить рисунок, а во-вторых, рассмотреть его в подробностях. В идеале перед работой с изображением его нужно счищать.

В «водных» условиях нелегко правильно сфотографировать петроглифы. Обычно на земле исследователи отходят от скалы на нужное расстояние и фотографируют ортогонально (перпендикулярно, чтобы не было



Оглахты. Берег. Участок I



Оглахты. Лошадь. Прорисовка

искажений). Здесь же такой возможности нет. Приходится фотографировать с лодки. Лодку несет течением, ее нужно зафиксировать, преодолеть тряску от ветра, уклониться от брызг. Даже просто почистить скалу от налета трудно, потому что лодка колеблется от движений чистящего. Некоторые линии изображений видны только тогда, когда они мокрые, иначе их не разглядеть даже специалисту.

Другая проблема – перспективные искажения, которые возникают всякий раз, когда снимок делается не ортогонально. Высоко расположенные рисунки приходится снимать только под углом. Если можно достать до низа рисунка, рядом с ним ставится какой-то прямоугольный предмет, при съемке он тоже искажается, а затем в фотошопе его снова выправляют до прямоугольника, и вместе с ним выравнивается рисунок. Часто трудно зафиксировать и масштаб рисунка, так как невозможно приставить к нему масштабную рейку.

«Большинство изучаемых нами изображений – это те, которые уже были известны и опубликованы. Но есть смысл изучать и их. Теперь у нас методы другие, можно зафиксировать больше деталей, мы находим новые особенности по стилю и технике нанесения рисунка. Так, раньше почти не фиксировались гравированные и шлифованные изображения, мы даже находим выполненные краской изображения, удивительным образом сохранившиеся после пребывания под водой. Главным методом документирования сейчас является фотографирование – тщательное, цифровое, на полнокадровую камеру. И раньше, конечно, возможности пленочных камер позволяли получить хорошее изображение, но для полноценной документации нужны тысячи снимков. Сейчас у нас изменились требования и к качеству копии: важна каждая деталь – как расположено ушко, как прорисованы копыта, чтобы выделить стиль или руку мастера. Поэтому первая наша цель была: уточнить то, что уже исследовано. Но оказалось, что из воды вышло много других изображений, которые не были зафиксированы ранее», – рассказывает Елена Миклашевич.

Кроме того, выяснилось, что очень много изображений находится на скалах выше известных, часто даже выше уровня затопления. «Мы раньше расстраивались, когда приезжали для исследований, а воды была высокая.

А потом стало ясно, что это дает нам преимущество для поиска изображений, которые до затопления были очень высоко от береговой линии. Получается, что при высокой воде мы поднимаемся на лодке на пять-шесть метров по вертикали и видим следующий ярус изображений, которые никто никогда раньше не фиксировал. До затопления исследователи просто не могли видеть эти рисунки на высоких, обрушившихся еще в древности снизу, утесах. Вероятно, они также были скрыты деревьями. После этого мы стали целенаправленно их искать – осматривать разные уровни скал при разном уровне воды, используя бинокль и сильные очки. И пошли замечательные находки. На скалах Оглахты был открыт целый новый участок», – отмечает исследовательница.

Таким образом, вода с одной стороны разрушает рисунки, а с другой – помогает их зафиксировать и выявить очень много нового: новые стили, «руку» индивидуального мастера, новые группы, сюжеты, образы. Например, увеличилась серия антропоморфных образов среди древнейших изображений, когда абсолютно преобладали анималистические сюжеты. Одна из самых ярких находок в Оглахты – плоскость с изображением архаров (или снежных баранов), лосей, диких быков. Сцены противостояния диких баранов вообще раньше не были известны среди изображений этого стиля. На Усть-Тубе удалось обнаружить изображение птицы – образ, также ранее не известный среди древнейших петроглифов Енисея, но распространенный среди аналогичных изображений монгольского Алтая. Настоящей удачей стала находка на Усть-Тубе большой многофигурной композиции, на которой все животные представлены парами – дикие быки, бараны, козлы, лошади, олени, лоси, кабаны... На ней кроме изображений, выполненных привычной выбивкой, есть много гравированных и шлифованных.

Вся фауна, что изображена на исследуемых петроглифах, – дикая. Многие запечатленные на скалах животные в этих местах уже не водятся: одни вымерли, другие сменили места обитания. Все они явно свидетели другой природы, иного ландшафта. Ученые пока не знают, как датировать эти изображения. Ясно лишь, что они уходят далеко вглубь веков. Самые ранние из известных сегодня и точно датированных петроглифов имеют возраст три-четыре тысячи лет, но



Оглахты. Берег. Участок IV. Колебания уровня воды. Июль

эти явно старше. Палеолит, неолит, мезолит, энеолит... Любая из этих эпох возможна, пока никаких археологических привязок нет. На взгляд Елены Миклашевич, наилучшее возможное решение – анализ видового состава этих животных и привязка их к какому-то климатическому периоду. Но пока у исследователей нет контактов с учеными-естественниками.

«Для чего делались петроглифы, мы не знаем и, скорее всего, никогда не узнаем. Пока можно только строить предположения. Гипотез много, но они все совершенно умозрительные. Возможно, это показ мифологических сцен. Есть гипотеза, что очень многие наскальные рисунки наносились в связи с обрядами инициации. Молодые члены общества, переходившие во взрослое состояние, должны были знать и хранить легенды, которые передаются из поколения в поколение. Основное запоминание изложения легенд как раз могло происходить в этот период. Возможно, рисунки на скалах сделаны для подсказки, визуализации мифов. Поскольку рисунки повторяются, эта теория выглядит очень правдоподобно. Также считается, что изображения могли наноситься перед охотничьим сезоном для того, чтобы охота была удачной», – рассказывает Елена Миклашевич.

Интересно, что петроглифы древнейшего пласта очень четко привязаны к самым хорошим скальным выходам на берегах крупных сибирских рек. Для художников, которые их наносили, очень большое значение имело качество камня. Они выбирали лучшие плоскости, скорее всего, рассчитывали на долгое пользование.

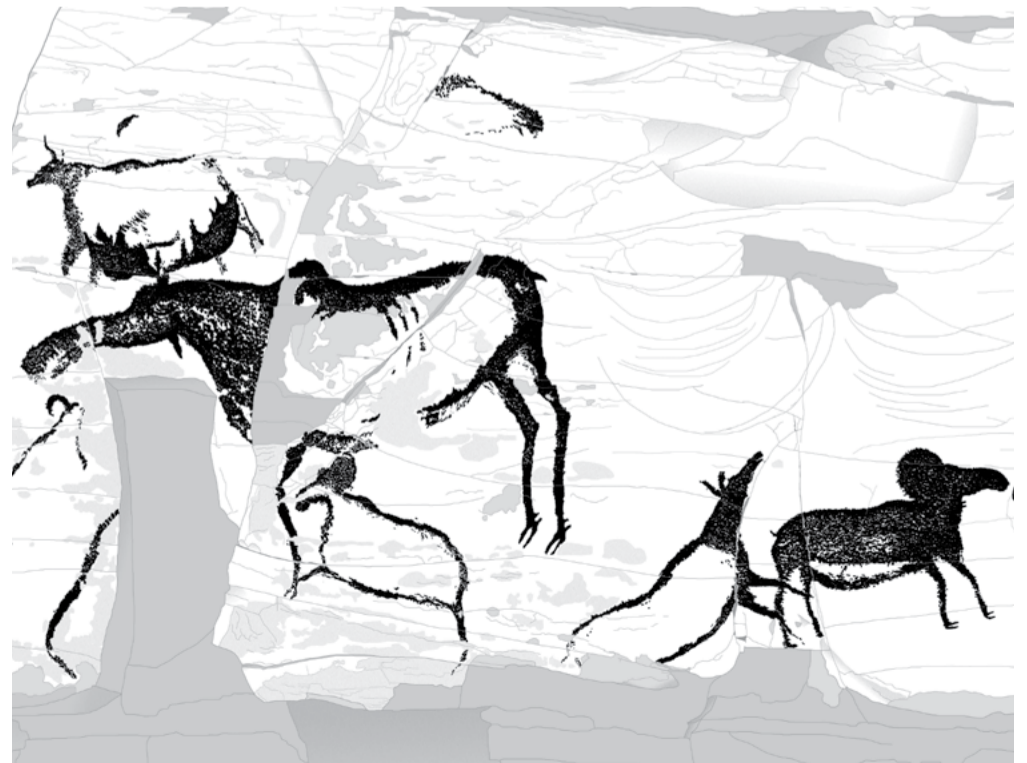
По фиксированию и описанию памятников наскального искусства Оглахты и Усть-Тубы много сделано, но многое еще и предстоит. «Нам сейчас важно собирать эти все разные уровни разными способами. Поскольку многие рисунки на нижнем уровне были зафиксированы нашими предшественниками, и мы оцифровали все доступные архивные и музейные материалы, то постепенно будем по ним восстанавливать эти рисунки в виде точных прорисовок. Наша цель – как-то восстановить тот комплекс, который был раньше. Мы понимаем, что по природным причинам утеряно не менее половины того, что некогда было, многое пропало из-за техногенной деятельности человека, и всё равно осталось очень много. Мы видим, что это остатки, но их всё равно сотни. Значит, в древности на берегах Енисея и Тубы существовали настоящие скальные храмы, каменные галереи», – говорит исследовательница.

Возможно, в будущем появится возможность зафиксировать и то, что теперь всегда находится под водой, – ученым вызвался помочь Клуб подводников Томского государственного университета «Скат». Кроме того, сейчас идет работа по включению Оглахтинского хребта в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, а значит, работы по сохранению и исследованию этих удивительных памятников будут становиться еще более интенсивными.

Диана Хомякова  
Фотографии Елены Миклашевич,  
Алексея Солодейникова,  
Леонида Бове



Оглахты. Берег. Участок I



Оглахты. Архары. Прорисовка

## НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ-2017

*На прошлой неделе стали известны имена большинства нобелевских лауреатов 2017 года. По традиции сибирские ученые прокомментировали премии по физиологии и медицине, физике и химии.*

Нобелевская премия 2017 года в области физиологии и медицины была присуждена американским ученым Майклу Янгу, Джеффри Холлу и Майклу Росбашу за открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадные ритмы. Важность этой работы и перспективы ее практического приложения прокомментировал главный научный сотрудник ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН доктор биологических наук Михаил Павлович Мошкин.



«В 2017 году Нобелевский комитет присудил премию за открытие генов, которые определяют работу биологических часов, то есть внутриклеточных механизмов, управляющих суточными или околосуточными (циркадными) колебаниями процессов фактически во всех живых организмах, — пояснил ученый. — Недавно было установлено, что такие процессы характерны не только для эукариот, но и для более простых прокариот: например, цианобактерии тоже способны генерировать циркадные ритмы».

Суть механизма заключается в следующем: есть ген под названием период, или *per*. В процессе своей активности он генерирует белок *PER*. Когда концентрация последнего достигает некоего порогового значения, работа этого гена блокируется, а белок в силу естественных причин деградирует. Когда же уровень *PER* падает ниже порогового значения, снова запускается этот процесс. Такова в чрезвычайно упрощенном виде схема работы биологических часов.

«В основе каждого достижения лежат работы предшественников, — отмечает Михаил Мошкин. — На плечах каких гигантов стояли нынешние нобелевские лауреаты? Впервые феномен биологических часов был установлен в 1729 году французским астрономом Жан-Жаком де Мераном, который с удивлением обнаружил, что растения, находящиеся в полной темноте, в подвале или погребке, показывают суточный ритм движения листьев». С этого началась большая работа по изучению феномена, и уже в 1930-е годы ученые установили, что практически все живые организмы способны формировать подобно рода циклические процессы.

Были выявлены некоторые удивительные свойства биологических часов. В частности, оказалось, что при

отсутствии внешних факторов синхронизации (главный из которых — изменение освещенности, то есть смена светлого и темного времени, другие причины — температура, давление, влажность — играют меньшую роль) организмы продолжают жить суточным ритмом, но его период немного отличается от 24 часов в большую или меньшую сторону. И поэтому трудно объяснить циркадную периодичность тем, что организм воспринимает некие неизвестные сигналы, обусловленные вращением Земли вокруг своей оси, поскольку период биоритмов в отсутствие светового цикла, как правило, не совпадает с двадцатью четырьмя часами.

Далее выяснилось, что этот период является индивидуальной характеристикой, и очень устойчив в первую очередь к вариации температур. Это был настоящий вызов для физико-химической биологии, поскольку все процессы, основанные на биохимических реакциях, должны подчиняться законам химической кинетики, которая предполагает, что повышение или понижение температуры ускоряет и, соответственно, замедляет процессы. «Исследования при постоянном освещении разных организмов, включая цианобактерии, показывают, что повышение или понижение температуры среды на 10 °C и более приводит к изменениям периодов циркадных ритмов менее чем на 10 %, — говорит ученый. — Те, кто помнит основы химической кинетики, знают, что при повышении температуры на 10 градусов процессы должны ускоряться в два с лишним раза и, соответственно, при понижении замедляться на такую же величину».

Открытие, которое было удостоено Нобелевской премии, дало толчок тому, чтобы начать «распутывать» все эти механизмы, и сейчас ученые сходятся на следующей точке зрения: этот период поддерживается благодаря тому, что не один только ген *per* и продуцируемый им белок *PER* определяют 24-часовой цикл, но существуют еще дополнительные контуры регуляции. «Например, в технике известны системы обратной связи, которые компенсируют изменение температуры. Так и здесь: когда повышается температура среды, всё начинает работать быстрее и одновременно с наработкой белка, участвующего в формировании цикла, активизируются гены, тормозящие эту наработку, — поясняет М. Мошкин. — И поскольку оба процесса температурозависимы, взаимная компенсация приводит к тому, что ожидаемого ускорения или замедления биологических часов не происходит, они работают с высокой точностью».

Что же послужило основой для выделения этих генов? Уже в 1950–1960-е годы ученым было понятно, что данное свойство организма — внутреннее, и оно чем-то регулируется. Встал вопрос: существуют ли гены, определяющие работу биологических часов? И здесь огромный вклад внесли американские ученые Сеймур Бензер и Рональд Конопка. Они провели масштабный направленный эксперимент на дрозофилах, в ходе которого с помощью химического мутагена получили более тысячи мутантных линий и обнаружили: некоторые линии насекомых, находясь в условиях постоянного освещения, имеют более короткий период собственного ритма, другие — более длинный, а еще появилась группа «аритмиков», у кото-

рых какого-то определенного ритма не наблюдалось.

То есть к тому моменту, когда нынешние нобелиаты задумались над проблемой циркадных ритмов, в их распоряжении уже имелись линии мух, у которых были генетически обусловленные изменения периода. А дальше — дело техники: нужно выделить и охарактеризовать гены, отвечающие за этот процесс.

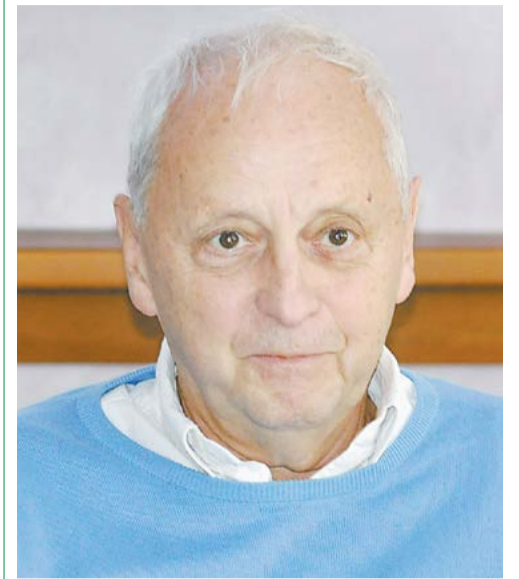
«В фигурном катании одну оценку ставят за технику, а другую — за артистизм. Если говорить о моем личном впечатлении от этой работы, то она — показатель высокой техники: умелые люди в хорошо оборудованных лабораториях решили сложную задачу, — делится Михаил Мошкин. — В тоже время, когда Янг, Холл и Росбаш проводили свои эксперименты, решались десятки, если не сотни задач по выявлению генов, отвечающих за те или иные поведенческие или физиологические процессы. И все они шли примерно по одному и тому же пути, но Нобелевский комитет решил отметить именно этих ученых, и они, безусловно, достойны этой премии».

Почему это открытие актуально? «Мы были в числе первых, кто собрал убедительные доказательства в пользу того, что во время пребывания человека в Антарктиде или на Крайнем Севере во время полярной ночи и полярного дня действительно происходят существенные изменения суточных ритмов целого ряда функций организма, — рассказывает ученый. — В 1975–1976 годах, когда мы пришли к этим выводам, была опубликована большая обзорная статья американских ученых под названием «Биологическая широта и ритм», в которой говорилось, что ничего особенного в этих условиях с человеком не происходит, а все изменения в его организме связаны с тем, что нарушается ритм активности, сна и бодрствования. Мы же подтвердили: независимо от образа жизни целый ряд внутренних процессов реагирует на изменение фотопериода». И сейчас становится понятно, что это один из важнейших факторов, влияющих на здоровье людей, которые живут и трудятся в условиях Крайнего Севера. Теперь, когда известна и молекулярная основа действия биологических часов, есть возможность проанализировать, какие варианты генов более и менее благоприятны для работы в полярных условиях, как это связано со стабильностью всей системы.

«Можно ли обойтись вообще без генов, регулирующих циркадные ритмы? Оказывается, да, — рассказывает ученый. — Например, проводились эксперименты на мышах, у которых с помощью технологии генного нокаута соответствующие гены были выключены. Выяснилось, что такие грызуны способны жить, правда, меньше, чем те их собратья, у которых всё в наличии. Еще у подопытных животных появляется повышенная склонность к канцерогенезу и нарушениям обменных процессов. Поэтому внутренние часы, которые наводят порядок в организме, не менее важны, чем оптимальный режим дня и правильная диета».

Лауреатами Нобелевской премии по физике в 2017 году стали американские ученые Кип Стивен Торн, Барри Барриш и Райнер Вайс за основополагающий вклад в создание детектора LIGO и наблюдение гравитационных волн. Достижения комментирует профессор Университета Феррары,

Италия, заведующий лабораторией космологии и элементарных частиц НГУ доктор физико-математических наук Александр Дмитриевич Долгов.



«На мой взгляд, — отметил Александр Долгов, — это великая работа, удовлетворяющая нескольким критериям, которые определяют ее значимость. Во-первых, был сделан очень тонкий и точный эксперимент: чтобы зарегистрировать гравитационную волну, а она очень слабенькая, нужно уметь измерять расстояния в сто миллионов раз меньше размеров атома. Во-вторых, в результате этой работы впервые было показано, что общая теория относительности (ОТО) работает для очень сильных полей, ранее ОТО была проверена только для слабых полей. Третий значимый критерий — работа нобелевских лауреатов вводит в действие новый тип телескопа, телескопа гравитационных волн, позволяющего наблюдать Вселенную на громадных расстояниях в миллиарды световых лет. И, конечно же, это открытие ставит новые проблемы, которые, вероятно, приведут к другим открытиям».

Гравитационные волны — это колебания пространства-времени, распространяющиеся со скоростью света от источника, где движутся с ускорением очень большие массы. Гравитационное поле очень слабое, но под его действием само пространство меняет свои свойства. К тому же, в отличие от электромагнитного, его невозможно экранировать и именно поэтому мы все чувствуем силу тяжести.

К настоящему моменту уже зафиксировано пять наблюдений гравитационных волн, в том числе с помощью недавно построенного в Италии детектора Virgo. Интерпретация самого первого подразумевает, что это был сигнал, пришедший от двух черных дыр, вращавшихся вокруг общего центра тяжести по спиральной орбите. Происходило сближение, а потом взрывообразное слияние черных дыр — в этот момент энергия излучения гравитационных волн была больше, чем энергия излучения всей Вселенной: три солнечных массы за тысячную долю секунды.

«Столкнулись две так называемые шварцшильдовские черные дыры, без электрического заряда и углового момента. Их масса составляла 29 и 36 солнечных масс (СМ). Масса объекта после слияния составила 62 СМ, так как три солнечных массы были унесены мощнейшей гравитационной волной. Слияние произошло около миллиарда лет назад.

Интересно, что первое событие было зафиксировано почти сразу, как только включили детектор. Что это — поразительное везение или таких черных

## РЕШЕНИЯ, КОТОРЫЕ МЫ ПРИНИМАЕМ



Премия Банка Швеции по экономическим наукам памяти Альфреда Нобеля получит Ричард Талер из Чикагского университета — «за вклад в изучение поведенческой экономики».

Этот выбор комментирует доктор экономических наук Владимир Ильич Клисторин из Института экономики и организации промышленного производства СО РАН.

дыр немало? Выяснилось: их действительно довольно много, вероятно, такие объекты скоро будут регистрировать гораздо чаще, поскольку через год-другой планируется увеличить чувствительность детектора LIGO в три раза. И объем видимой посредством гравитационных волн Вселенной вырастет в 27 раз, соответственно, и частота обнаружения таких черных дыр, если они равномерно распределены по Вселенной, будет в 27 раз чаще — т.е. каждый день будет регистрироваться такое событие», — добавил Александр Долгов.

Один из вопросов, который пока остается без ответа, — откуда появились те самые две черные дыры без электрического заряда, без углового момента? Второе — почему они образовали двойную систему?

«Например, двойных звезд очень много, но, когда они коллапсируют, их система разрушается. Кроме того, черная дыра, образующаяся при коллапсе звезды, имеет свой собственный угловой момент. Поэтому считается, что черные дыры, гравитационные волны от которых были зафиксированы, образовались задолго до рождения обычных звезд. Пока нет объяснения как «родились» такие первичные черные дыры в дозвездную эпоху. Сейчас на наших глазах рождается новая астрономия гравитационных волн, и можно будет рассчитывать на новые открытия», — заключил Александр Долгов.

Нобелевскую премию по химии, которая в нынешнем году была присуждена швейцарцу Жаку Дюбоше, американцу Иоахиму Франку и представителю Великобритании Ричарду Хендерсону за разработку метода криоэлектронной микроскопии, комментирует руководитель группы микроскопических исследований Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН профессор, доктор биологических наук Елена Ивановна Рябчикова.



«Человечество с незапамятных времен стремилось получить разглядеть мелкие объекты. На протяжении многих лет, начиная с линз Антони Ван Левенгука и оптической системы Роберта Гука, микроскопы постоянно совершенствовались. Первой появилась световая микроскопия, затем — идея сделать электронный микроскоп, где изображение формируют электроны, испускаемые катодом. Однако тут есть проблема: для того чтобы электроны долетели до экрана, пройдя образец, они должны быть разогнаны (ускоряющее напряжение в биологических микроскопах — 80 000 В), соответственно, катод нагревается. Высокая температура, летящий пучок электронов, вакуум — все эти факторы делают невозможным изучение живых

(нефиксированных) биологических объектов.

Изучение нефиксированных биологических объектов (клетки, вирусы, бактерии, макромолекулярные образования) необходимо для понимания их нативной структуры, не измененной химической обработкой для электронной микроскопии. К решению этой задачи стали подходить, имея опыт замораживания клеток и тканей для световой микроскопии. Образец замораживается в воде, и при низкой температуре специальный прибор делает срезы льда, потом их можно поместить на стекло. В результате мы получаем клетку, в которой всё сохранено, ее ферментные системы некоторое время действуют, и их можно визуализировать с помощью специальных красителей. Микроскопия замороженных срезов существует достаточно давно и используется до сих пор, в частности для диагностики: в клинике прямо во время операции можно провести нужные действия, рассмотреть срез под микроскопом и поставить диагноз — например, определить границы опухоли. Однако оставалась задача получить аналогичную технологию и на уровне электронов».

Первая публикация по криоэлектронной микроскопии в базе данных PubMed датирована 1985 годом.

«Метод криоэлектронной микроскопии, собственно, подразумевает исследование замороженного образца в электронном микроскопе. Колонну самого прибора охлаждает вода, а чтобы образец не плавился и не таял, используют жидкий азот. Однако для исследования в электронном микроскопе образец нужно заключить в воду, и вот тут очень остро встал вопрос образования кристаллов, ведь она при замерзании кристаллизуется, соответственно, разрушает объекты. Один из нобелевских лауреатов, Жак Дюбоше, предложил использовать быстроохлажденную (витрифицированную) воду в так называемом стеклообразном состоянии. Это позволило, во-первых, сохранить образцы, а во-вторых, — у получаемой субстанции оказалось интересное свойство: такой лед не рассеивает электроны».

Криоэлектронная микроскопия — очень дорогой метод. Микроскоп даже не последнего поколения стоит около шести-семи миллионов долларов. К нему нужно еще много дополнительных приборов — например, установки для той самой витрификации воды. Требуется также целая серия подготовительных процедур.

«Итак, что же позволяет нам увидеть криоэлектронная микроскопия? Возьмем, например, вирус гриппа. С помощью метода негативного контрастирования в обычном просвечивающем электронном микроскопе мы наблюдаем сам вирус и можем различить шипики на его поверхности. На ультратонком срезе в этом же микроскопе видно, что частицы вируса гриппа покрыты шипиками, они выглядят «лохматыми». Криоэлектронная микроскопия дает информацию не только о наличии шипиков, но и позволяет оценить их расположение относительно вирусной оболочки. В случае вируса гриппа очень важно знать макромолекулярные взаимоотношения

его элементов, ведь шипики — это те самые гемагглютинин и нейраминидаза, которые определяют типы вируса. Или, допустим, криосрез эпидермиса — наружного слоя кожи: с его помощью выясняется, что между границами двух клеток есть липидные многослойные структуры. Никакой другой метод не покажет и тоненькие «волоски» на поверхности супермелкой бактерии, а ведь с помощью таких «органов» бактериальные клетки взаимодействуют с клетками людей и животных, в результате чего мы можем заболеть. Криоэлектронная микроскопия позволила изучить строение пор бактериальной стенки и открыть новые типы молекулярного транспорта. Комментаторы решения Нобелевского комитета говорят: криоэлектронная микроскопия позволит улучшить свойства антибиотиков. Конечно, однако после этого надо поставить запяточку и перечислить еще около сотни полезных вещей, которые прорывной метод, удостоенный Нобелевской премии, может дать!

Однако вернемся к дальнейшему развитию криоэлектронной микроскопии — объемным реконструкциям, электронно-микроскопической томографии, созданию трехмерного изображения. Стандартная томография — это анализ плоскопараллельных срезов, а в электронном микроскопе из-за того, что образец можно повернуть лишь немного, а саму колонну не повернешь никак, задача получается довольно сложная. Необходимо анализировать изображения, полученные под разными углами, выполняя реконструкцию. Иоахим Франк, второй нобелевский лауреат, как раз создавал метод обработки изображений именно для электронной микроскопии. Надо отметить, что в мире есть много специалистов, которые занимались этим очень важным направлением, причем не только в биологии, но и, например, в материаловедении.

Что касается третьего нобелевского лауреата, Ричарда Хендерсона, то в 1990-м году он первым сумел получить трехмерное изображение белка родопсина (один из тех белков, что обеспечивают нашу способность видеть) с разрешением на атомарном уровне. Это достижение чрезвычайно важно для современной молекулярной биологии и биохимии потому, что позволяет реконструировать те белки, которые нельзя закристаллизовать. Раньше их трехмерную структуру получали с помощью рентгеноструктурного анализа, для этого даже в космосе пытались выращивать некоторые кристаллы белков, которые совершенно не хотели кристаллизоваться. Криотомография же позволяет получить трехмерную реконструкцию любого белка нерегулярной формы, проанализировать ее, и понять, как он организован в пространстве.

Если говорить о России, то криоэлектронных микроскопов в нашей стране всего три: два — в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» и один — в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова. МГУ уже провел международную конференцию по криоэлектронной микроскопии, но ни одной работы они пока не представили. Техника, еще раз подчеркиваю, очень дорогая, и ее надо приобретать под определенных профессионалов и определенные задачи. Впрочем, последнее — проблема не только в России, но и во всем мире».

Подготовили Елена Трухина, Надежда Дмитриева, Екатерина Пустолякова  
Фото Елены Трухиной

— Спор о том, насколько рационален *Homo Economicus*, ведется достаточно давно, с 1970-х годов. Ироничное высказывание Станислава Ежи Леца «А не слишком ли мы антропоморфизируем человека?» в этом плане весьма актуально. Экономическая наука построена на том, что управленческие решения принимаются рассудочно, на основе анализа объективной информации, с расчетом на желательные и достижимые эффекты в будущем. Идея поведенческой экономики очень проста: рассматривать типовые ситуации, в которых люди поступают иначе (то есть принимают явно нерациональные решения), и постараться понять, почему так происходит. Это по большому счету попытка достроить микроэкономический фундамент макроэкономической теории, поскольку совокупность субъективных шагов меняет экономическую картину страны и мира.

Почему люди не всегда рациональны в своих решениях? Во-первых, срабатывает «ловушка прошлых инвестиций». Нам очень жалко расставаться с ранее созданными активами, даже если они приносят убытки. Вроде бы мы должны соизмерять затраты только с будущими результатами, но ведем себя иначе. Во-вторых, нередко людьми движет стадное чувство, то есть оглядка на решения, уже принятые кем-либо (применительно к экономике — другими игроками в той же отрасли, государственными органами и т.п.). Даже если выбор субъективно рассматривается как вполне самостоятельный, на него могут влиять психологические факторы второго плана, такие как расчет на последующее одобрение авторитетными лицами и организациями.

Заслуга Ричарда Талера, на мой взгляд, состоит в том, что он не только рассматривал и классифицировал ситуации принятия нерациональных решений, но и продвигал концепцию принуждения (*nudge*, «подталкивания») к правильному выбору. Например, результаты голосования (не суть важно на какую тему) могут зависеть от восприятия поставленного вопроса: формулировки «кто за?» и «кто против?», скорее всего, дадут преимущество первому варианту, поскольку людям свойственно «когнитивное искажение» в пользу поддержки, а не отрицания чего-либо.

Работы нобелиата нельзя назвать очень популярными в России — только в 2017 году впервые на русском языке вышла книга Талера «Новая поведенческая экономика». Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать».

Андрей Соболевский  
Фото из личного архива Владимира Клисторина

## ЮВЕЛИРНАЯ МОДА ДЕНИСОВОЙ ПЕЩЕРЫ

**Чем украшали себя модники палеолита? Какие материалы и формы были на пике популярности 35–50 тысяч лет назад? В слое 11 центрального зала Денисовой пещеры найдена уникальная коллекция древних «ювелирных» изделий. Подвески из зубов пещерной гиены, «диадемы» из бивня мамонта, бусины из скорлупы яиц страуса и многое другое в fashion-обзоре от Института археологии и этнографии СО РАН.**



Бусины-пронизки

Примерно 50 тысячелетий назад на территории Евразии наступает эпоха верхнего палеолита – время культурных и технологических инноваций, достижений и открытий, заложивших основы современной культуры человечества. Именно здесь таятся корни искусства, религии, семьи и социальной организации. К началу верхнепалеолитической эпохи относятся находки древнейших украшений, обнаруженные в процессе раскопок всемирно известной Денисовой пещеры (Россия, Алтайский край). За почти сорок лет интенсивных работ в отложениях палеолитического возраста пещеры обнаружено свыше полутора сотен изделий, интерпретируемых специалистами в качестве персональных украшений.

В полевых сезонах 2016–2017 годов Алтайский палеолитический отряд ИАЭТ СО РАН продолжил исследования плейстоценовых отложений в центральном зале Денисовой пещеры. В процессе изучения слоя 11 археологами была получена обширная коллекция артефактов, среди которых оказалось 28 украшений. О находках рассказал младший научный сотрудник института Александр Юрьевич Федорченко на V (XXI) Всероссийском археологическом съезде.

*Согласно данным литологии, стратиграфии, биостратиграфии и результатам абсолютного датирования, археологические материалы из слоя 11 центрального зала Денисовой пещеры относятся к началу верхнего палеолита (50–35 тысяч лет назад).*

Для изготовления «ювелирки» жители палеолита пользовались большим количеством разнообразных материалов. В коллекции центрального зала представлены изделия из бивня мамонта, зубов животных, мягкого камня, кости, скорлупы и раковины моллюска.

Набор украшений из бивня мамонта включает десять изделий: две подвески, округлую бусину, две бляшки с отверстиями на противоположных краях, две пластины и три заготовки. Одна пластина прямоугольной формы является орнаментированной. Она изготовлена из удлиненного скола, снятого с бивня в продольном направлении. Сначала материал обрабатывался строганием, далее осуществлялась абразивная подготовка, с помощью которой выравнивались рельеф, края и формировалась ровная гладкая поверхность, на микроуровне заметны следы шлифовки. На обеих сторонах пластины нанесен орнамент – от двух до шести линий из треугольных углублений. Фрагмент второй пластины показывает, что она изготовлена так же, но орнамента не имеет. «Изучаемые изделия могут интерпретироваться как фрагменты диадем или нашивных нагрудных пластин», – отмечает исследователь.



Подвески из зубов млекопитающих

У одной из двух подвесок форма шестиугольника, вторая больше похожа на овал. Плоские бляшки с двумя отверстиями напоминают вытянутые прямоугольники. На одной из бляшек есть следы повторной шлифовки и полировки, выполненные на сломе изделия, – они указывают на вероятный ремонт и повторное использование.

В центральном зале Денисовой пещеры учеными также были найдены пять подвесок из зубов млекопитающих: бизона, медведя, пещерной гиены, куницы. Три из них обладают биконическими сверленными отверстиями, а одна имеет следы двухстороннего продавливания. Перед тем как перфорировать такие изделия, их делали плоскими, а место будущего сверления или выдавливания выравняли – путем строгания каменными инструментами. Одна подвеска имеет следы крепления короткими кольцевыми нарезками. Тремя экземплярами представ-

лены пронизки из трубчатых костей птиц – длинные бусины, которые использовались, будучи продетыми через нить. Они производились из эпифизов путем глубокого кругового разрезания кости под углом 70–90° с последующим сломом. Одна из пронизок имеет следы орнамента – короткие незамкнутые линии, прорезанные во встречном направлении инструментом с V-образным лезвием.

Также в коллекции слоя 11 есть четыре бусины из талька и пирофиллита желтоватого, молочно-белого и голубовато-зеленого цветов, а также буровато-коричневого глинистого сланца. Заготовками таких бусин служили сколы или небольшие галечки мягкого камня. Все эти бусины имеют округлую форму и уплощенный профиль. Единственным экземпляром представлен фрагмент подвески из антигорита, у которой сохранилась часть отверстия со следами стёртости. Украшения из камня этой коллекции обработаны шлифовкой лишь частично – следы использования подобного приема отмечены только на отдельных участках их граней и лицевых сторон.

Еще две бусины изготовлены из скорлупы яиц страуса. Диаметр этих бусин колеблется от 6,5 до 9,2 мм, а их лицевые стороны практически не обрабатывались, зато обрабатывались боковые грани. Все отверстия здесь сделаны методом двухстороннего сверления. Как и материал, технология очень необычна – в начальном верхнем палеолите Центральной Азии не так уж много мест, где находили ее следы. На всех изученных бусинах из скорлупы борозды от сверления сохранились очень слабо, что указывает на использование этих изделий в качестве составных элементов ожерелья.



Украшения из кости и бивня

Кроме того, в коллекции украшений слоя 11 имеется заготовка подвески из раковины пресноводного моллюска *Corbicula tibetesis*.

«Изготовление большинства украшений центрального зала Денисовой пещеры состояло из нескольких этапов, а именно: подбора и доставки на стоянку подходящего сырья, получения заготовки, формообразующего строгания и шлифования, оформления отверстий или кольцевой нарезки для подвешивания (прорезания, продавливания или сверления), нанесения орнамента и завершающей стадии

полировки, – отмечает Александр Федорченко. – Некоторые источники сырья, применявшегося для изготовления украшений, удалены от Денисовой пещеры на большое расстояние. В частности, минерал антигорит, из которого изготовлена каменная подвеска, можно встретить только через 200 км по прямой».

Даже пролежав в земле десятки тысяч лет, эти изделия являются иллюстрацией того, что древние обитатели пещеры не были лишены чувства прекрасного – они украшали свое тело и одежду разноцветными бусами, пронизками, подвесками, пластинами и бляшками. При их изготовлении использовались инновационные для того времени приемы обработки – формирование отверстий сверлением, заглаживание поверхностей шлифовкой и полировкой (с помощью кожи и каменных абразивов). Большинство каменных украшений обнаружено при раскопках Денисовой пещеры в виде одиночно расположенных находок. Однако в древности они чаще всего использовались в составе композиций, различных функциональных и семантических систем – персональных нательных украшений-амулетов (собранных в ожерелья или одиночно подвешенных) или элементов декора, нашитых на одежду. Многие изделия украшались орнаментом из точек, треугольников, резных линий и насечек. Поверхность большинства украшений имеет показатели изношенности от длительного употребления – следы микроскопических царапин, выщербин и залощенности.

«Разнообразие используемых материалов и типов украшений отражает существование устойчивых традиций, предпочтений и сценариев использования данных изделий, их сложных социальных, культурных и эстетических функций, без которых эти изделия не могли существовать в палеолитическом обществе. Мы предполагаем, что основной причиной появления традиций ношения украшений могла являться необходимость хранения и передачи культурной информации, а также самоидентификации разных социальных коллективов», – отмечает исследователь.



Бусины и подвески из различных пород мягкого камня и раковин моллюсков

Диана Хомякова  
Фото предоставлены ИАЭТ СО РАН