

ДЕНЬ КОСМОНАВТИКИ

НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ

интернета и многого другого обязано прежде всего космонавтике. Именно стремительное развитие космонавтики и связанной с ней ракетной техники потребовало разработок новой электроники и её сверхминиатюризации. Стоит знать, что даже относительно простые процессоры современных смартфонов в тысячи раз мощнее первых ламповых электронно-вычислительных машин, занимавших целые залы и потреблявших десятки киловатт электроэнергии для своей работы.

Несмотря на многие проблемы, космонавтика развивается, хотя и не теми темпами, характерными для первых десятилетий космической эры. Создаются новые ракеты-носители и космические аппараты. Только в прошлом году первые успешные полеты в космос совершили ракеты Antares, Minotaur-5 и Falcon-9 v1.1 (США), Epsilon (Япония), «Куайчжоу» (Китай) и «Союз-2.1В» (Россия). Сейчас всё более широкое применение находят миниатюрные спутники типа Cubesat размерами 10x10x10, 10x10x20 и 10x10x30 см и массой примерно от 1 до 3 кг, которые могут быть собраны даже студенческими коллективами.

Во многом благодаря достижениям космонавтики к настоящему времени мы очень многое узнали о всех планетах Солнечной системы, об их спутниках, астероидах и кометах, а также о строении самой Вселенной. Особо впечатляют успехи американских учёных в исследованиях дальних планет Юпитера и Сатурна вместе с их спутниками с помощью аппаратов «Галилей» и «Кассини». 5 августа к Юпитеру отправился очередной американский зонд «Юнона». В июле 2015 г. должен добраться до самой дальней планеты Солнечной системы Плутона, считающегося сейчас телом пояса Койпера, аппарат «Новые горизонты», стартовавший 19 января 2006 года и пролетевший мимо Юпитера 28 февраля следующего года. Нет никаких слов для выражения восхищения полётом двух аппаратов «Вояджер», которые отправлены для изучения внешних планет Солнечной системы ещё в августе и сентябре 1977 года, уже удалились от Земли на расстояние примерно 15 и 19 миллиардов километров, добрались до межзвездного пространства и всё ещё продолжают работать.

В течение последних десятилетий учёные уделяют основное внимание изучению Марса. В настоящее время его исследованиями одновременно занимаются сразу несколько спутников и марсоходов. 18 ноября и 5 декабря 2013 года к Марсу отправились ещё два аппарата, MAVEN США и «Мангальян» Индии, которые должны стать спутниками красной планеты в сентябре этого года. Кроме американцев, европейцев и японцев, к исследованию дальних космических тел, включая Луну и Марс, вовсю подключились китайцы и индийцы. Уже широким фронтом ведутся поиски и изучение так называемых экзопланет (внесолнечных планет), вращающихся вокруг звезд, находящихся на удалении до 100 и более световых лет (примерно 1000 триллионов километров) от нас.

Особое внимание учёных к изучению планет и других небесных тел связано с проблемами выяснения фундаментальных вопросов формирования и развития Солнечной системы и Вселенной, а также появления жизни на нашей планете. Если пионеры ракетной техники и космонавтики свято верили в наличие живых и, возможно, даже разумных существ на Марсе и Венере, полёты к ним первых же автоматических аппаратов вызвали сильное разочарование. Марс оказался почти лишённой атмосферы засушливой планетой, а на ярко сияющей на небе Венере температура оказалась равной почти 500°С, давление — около 100 атмосфер.

Несмотря на большие усилия, поиски на Марсе следов хотя бы давно существовавшей жизни до сих пор не увенчались успехом. В связи с этим в последнее время учёные стали интересоваться совершенно неожиданными небесными телами. Например, по современным данным, под ледяной коркой спутника Юпитера Европы диаметром более 3100 км находится океан из воды, в котором вполне могут существовать микробы и бактерии. Самые примитивные формы жизни могут оказаться и на спутнике Сатурна Энцеладе диаметром 520 км, извергающем из своих недр большой объём смеси паров воды и ледяных частиц на высоту до сотен километров. Для подробного изучения этих спутников в ближайшие десятилетия предполагается запустить новые межпланетные аппараты, оснащенные самым совершенным научным оборудованием.

А. Максимов, с.н.с. ИТПМ СО РАН

На снимках:

— Ю.А. Гагарин;

— на старте Falcon-9 v1.1 компании SpaceX;
— воображаемое поселение первых марсианских колонизаторов.

Путь на Север: находка древнейшего человека современного вида в Евразии

28 марта 2014 г. в одном из престижнейших в мире журналов — «Science» — опубликован очерк о междисциплинарном исследовании уникальной находки сибирских учёных, которое вносит важный вклад в изучение процесса формирования человека современного типа и его расселения в Евразии.

Автор очерка «Oldest Homo sapiens genome pinpoints Neandertal input» («Древнейший геном Homo sapiens выявляет вклад неандертальцев»), научный журналист Анн Гиббонс ранее освещала исследование ископаемого человека в Денисовой пещере на Алтае (см. «Science» от 26 августа 2011 г.). Данные о новой сибирской находке были представлены 16—18 марта 2014 г. на конференции «Evolution of modern humans — from bones to genome» («Эволюция людей современного типа — от кости к геному»), прошедшей в г. Ситжес (Испания) и организованной журналом «Cell» («Клетка»). На форуме обсуждались различные аспекты эволюции современного человека (которого также называют «кроманьонцем» — по месту первой находки его ископаемых останков в 1868 г. в гроте Кро-Маньон).

Группа учёных под руководством Сванте Паабо на этой конференции представила данные о секвенировании (т.е. определении последовательности) с большой детальностью полного генома, полученного из бедренной кости человека, найденной в 2008 г. в районе села Усть-Ишим (Омская обл.). Поскольку для неё определён радиоуглеродный возраст, равный около 45 тыс. лет, это самая ранняя находка остатков человека современного типа (Homo sapiens), для которой получена качественная информация о ДНК.

Количество других подобных объектов в палеолите (древнекаменном веке) Старого Света можно сосчитать по пальцам — это человек из пещеры Тяньюань в северном Китае (возраст — около 39,5 тыс. лет), со стоянки Костенки XIV (Воронежская обл.; возраст около 37,5 тыс. лет) и со стоянки Мальта (Иркутская обл., возраст около 24 тыс. лет). В Америке самыми древними из имеющих ДНК хорошей сохранности являются останки современного человека со стоянки Анзик с возрастом около 13 тыс. лет). Среди этих находок именно кость из Усть-Ишима обладает наибольшей полнотой данных по древней ДНК, что делает её поистине уникальной!

На состоявшейся 8—9 апреля 2014 г. ежегодной конференции Общества палеоантропологии (Paleoanthropology Society), прошедшей в г. Калгари (Канада), был сделан второй доклад по кости из Усть-Ишима, представленный группой российских, немецких и китайских коллег. В развернутом виде были обнародованы данные об антропологии, возрасте и природных условиях обитания человека в Западной Сибири около 45 тыс. лет назад, а также сделаны выводы, вытекающие из того факта, что в это время человек современного типа уже обитал в достаточно суровых климатических условиях Сибири.

Детальное изложение результатов работ большого международного коллектива учёных с находкой из Усть-Ишима ещё впереди, а в этом очерке хотелось бы познакомить читателей «НВС» с обстоятельствами находки и историей её изучения, поскольку в статье А. Гиббонс упомянуты только трое исследователей — Николай Перистов, Алексей Бондарев и Бенсе Виола.

Итак, в 2008 г. при обследовании берегов Иртыша и его притоков на предмет ископаемых останков животных омский краевед и руководитель косторезной студии «Архаика» Н. Перистов собрал и в настоящее время экспонирует большую коллекцию костей и зубов млекопитающих, живших в долине реки около 20—50 тыс. лет назад (некоторые виды датируются и более ранним временем, вплоть до 200—300 тыс. лет назад и более). Многочисленные находки костей ископаемых животных представляют большой научный интерес, и Н. Перистов охотно знакомит специалистов с результатами своих сборов. В 2010 г. палеонтолог А. Бондарев, работающий экспертом-криминалистом, а также состоящий в аспирантуре Омского государственного педагогического университета, изучал коллекцию с берегов Иртыша. Он обратил внимание на одну находку, подозрительно напоминающую бедренную кость... человека! А ведь если она собрана вместе с остатками древних животных, то и её возраст может быть очень почтенным.

Н. Перистову удалось установить, что эта кость происходила с берега Иртыша в райо-

не с. Усть-Ишим одноименного района Омской области; так и было решено её называть. В этом регионе на подмываемых мощной рекой берегах находки ископаемой фауны не редкость, но вот человека — это было практически впервые. Поскольку в Омской и сопредельных областях Западно-Сибирской равнины подобные объекты ранее были практически неизвестны, А. Бондарев сразу понял его важность. Однако проводить дальнейшие исследования имело смысл при соблюдении двух условий: 1) кость действительно принадлежит человеку; 2) она имеет достаточно древний возраст, более 10 тыс. лет. Требовались новые данные...

В 2010 г. А. Бондарев подключил к исследованиям двух коллег — антрополога Сергея Слепченко (Институт проблем освоения Севера СО РАН, г. Тюмень) и автора данного очерка, занимающегося исследованиями на стыке наук о Земле и археологии (за этим направлением закрепилось название «геоархеология»). Удалось установить, что кость с сохранившейся длиной около 33 см. действительно принадлежит человеку, и, скорее всего, именно кроманьонцу. В этой работе также приняли участие коллеги из Тюмени и Екатеринбурга — антрополог Дмитрий Ражев (Институт проблем освоения Севера СО РАН) и палеонтолог Павел Косинцев (Институт экологии растений и животных УРО РАН).

Теперь нужно было ответить на ключевой вопрос — каков же возраст находки? Дело в том, что чаще всего такие человеческие кости (несмотря на их «ископаемый» вид и явную тяжесть — совсем как настоящие окаменелости) при определении возраста дают голоценовые даты — моложе 10 тыс. лет. Их, естественно, уникальными не назовешь... Необходимо было провести по возможности наименее разрушительный радиоуглеродный анализ усть-ишимской находки.

На данном этапе к работе подключились ученые из Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка (г. Лейпциг, ФРГ). Именно они уже около десяти лет активно занимаются изучением ДНК древнейших антропологических находок в Сибири, включая знаменитого «денисовского» человека из одноимённой пещеры на Алтае. Институт эволюционной антропологии — сравнительно новый (основан в 1997 г.), однако его сотрудники успели провести ряд работ на самом высоком международном уровне, включая расшифровку генома неандертальца, который по возрасту старше, чем кроманьонец. В результате учеными института опубликована серия работ в самых престижных мировых научных изданиях — журналах «Science» и «Nature».

Поскольку между автором очерка и сотрудником Института эволюционной антропологии Б. Виолой уже был установлен научный контакт, удалось получить согласие от главы отделения эволюционной генетики этого института С. Паабо на совместную работу с костью из Усть-Ишима. Для определения возраста была выбрана одна из лучших радиоуглеродных лабораторий мира в Университете Оксфорда (Великобритания), где есть возможность получить дату по очень небольшому количеству кости — весом всего около 1 грамма. В России пока таких лабораторий, к сожалению, нет...

Возраст, определенный в Оксфорде, очень обрадовал — ведь если это кроманьонец, то, во-первых, он самый древний из тех, для которых есть надежная дата; во-вторых, есть надежда получить ДНК! Итогом реконструкции природной среды того времени, когда на Иртыше обитал древний человек, стал вывод о том, что климат был несколько холоднее современного (а значит, для зимовки требовались тёплая одежда и жилища); пищей человеку служили в основном копытные животные — первобытный бизон, лось, дикая лошадь, северный олень и др.

Визит А. Бондарева и С. Слепченко в Лейпциг в 2012 г. был посвящён дополнительно изучению кости антропологическими методами, проведению томографического исследования и отбору образцов на ДНК. Несколько месяцев ожидания завершились известием от С. Паабо о том, что ДНК в образце из Усть-Ишима есть, она принадлежит человеку современного типа, и сохран-

ность её очень хорошая!

Непосредственно анализом данных по ДНК занималась пост-док Института эволюционной антропологии Сюмей Фу, родом из Китая. Вскоре стало ясно, что образец из Усть-Ишима имеет беспрецедентную для такого возраста полноту ДНК, изучение которой позволит ответить на многие вопросы ранней эволюции современного человека, которые до недавнего времени оставались без ответа — для этого просто не было данных... И вот они появились!

Перспективным аспектом исследования было и то, что достоверно установленное пребывание современного человека около 45 тыс. лет на широте 58° с.ш. само по себе является важнейшим фактом, поскольку прежде такого раннего проникновения человека на север никто не предполагал. Для анализа полученной информации потребовалось участие специалиста, хорошо знакомого с антропологией и археологией Восточной Азии, где находки палеолитических Homo sapiens — не редкость. К уже сложившемуся неформальному коллективу присоединилась Сюзан Китс из Великобритании, которая много лет занимается изучением палеолита Китая и Юго-Восточной Азии и неоднократно бывала в Сибири, где она в 2002 г. инициировала программу изучения древней ДНК совместно с Институтом эволюционной антропологии и Институтом археологии и этнографии СО РАН. Вместе с Б. Виолой и автором очерка ею был проведен анализ географии и хронологии находок плейстоценовых (т.е. старше 10 тыс. лет) костей человека современного типа в Евразии, а также сравнение этих данных с той информацией, которая известна из источников по археологии палеолита Китая, Сибири, Монголии и сопредельных стран.

Итогом напряженной работы, которая сейчас близится к завершению, стало всестороннее исследование образца из района с. Усть-Ишим. Думаю, что всем нам очень повезло — сначала это, как образец не был пропущен при любительских сборах; затем — в том, что он попал в поле зрения палеонтологов и антропологов; после этого — в том, что удалось надежно установить его возраст; и, наконец — в том, что в этой очень древней кости прекрасно сохранилась ДНК!

К числу первых итогов изучения усть-ишимской находки можно отнести и то, что она принадлежит человеку, который имел примесь неандертальской ДНК в большем количестве, чем живущие сегодня население Евразии (у последнего эта доля составляет до 1,5—2%). Это означает, что усть-ишимский человек жил вскоре после случайного скрещивания неандертальцев и Homo sapiens, и его ДНК в этом отношении является «свежей», т.к. по ходу размножения доля неандертальской ДНК постепенно уменьшается, а в нашем образце доля неандертальцев достаточно велика, что говорит об относительно небольшом времени, прошедшем с момента гибридизации. Этот факт сам по себе имеет большое значение для изучения истории эволюции современного человека и его возможной генетической связи с другими видами гоминид.

По словам участницы симпозиума в Испании Сары Тишхофф из США, изучение такой находки, как усть-ишимская, сродни использованию «машины времени» — ведь именно сейчас учёным удалось заглянуть в далекое прошлое современного человека настолько, насколько ещё год-два назад невозможно было мечтать. Это произошло, на мой взгляд, благодаря умению всех членов нашего неформального международного коллектива работать вместе, что встречается не так уж и часто, судя по моему весьма богатому опыту сотрудничества (иногда, к сожалению, негативно). Но здесь все наши ожидания оказались превзойдёнными. Смее надеяться, что эта находка обогатит наши знания, которых в областях изучения эволюции и миграций Homo sapiens всё ещё недостаточно. Наука по определению неисчерпаема и интернациональна!

**Я.В. Кузьмин, д.г.н.,
Институт геологии и минералогии СО РАН**