

ПРИРОДА

12 11



В НОМЕРЕ:**3 Косенко М.М.**
Радиоактивный стронций на Южном Урале

Так называемый технологический сброс радиоактивных отходов атомным предприятием «Маяк» в реку Теча стал причиной облучения нескольких тысяч людей. Радиоактивному воздействию подверглось почти все население, проживавшее по берегам этой реки.

11 Буднев Н.М.
Лаборатория в водах Байкала

В водах Байкала уже работают два нейтринных телескопа и строится еще один. Хотя главная задача этих установок — решать астрофизические проблемы, они могут послужить и для изучения процессов в самом озере.

23 Захаров В.А.
Как пишется биография нашей планеты?

В основе изложения геологической истории Земли лежит хронология событий, записанная на базе относительного геологического времени. Абсолютные же датировки важны для оценки продолжительности этих событий.

27 Никонов А.А., Флейфель Л.Д.
Мамонт и человек на путях в Северную Европу

Ранее считалось, что восточноевропейский путь проникновения палеолитического человека в Арктику, в бассейн р.Печоры, был единственным. Но в последние годы появились предположения о расселении «охотников на мамонта» и западными путями. На территории Северной Европы теперь известны многочисленные находки остатков мамонта, часто вместе со следами деятельности человека.

35 Хомяков А.П.
Минералы группы келдышита
К 100-летию со дня рождения академика М.В.Келдыша**40 Панова Е.М., Агафонов А.В.**
Полвека исследований акустической сигнализации дельфинов афалин

Акустический репертуар бутылконосого дельфина (или афалины) столь богат и разнообразен, что некоторые исследователи предполагают даже наличие у него достаточно развитого «языка» — некоего аналога человеческой речи.

49 Семенов Д.В.
Кому он нужен — этот «мудрый Каа»...**Научные сообщения****56 Квартальнов П.В., Самоцкая В.В., Абдулназаров А.Г.**
От музейных коллекций к живым птицам**Заметки и наблюдения****59 Булавинцев В.И.**
Кавказский тетерев, птица скрытная**О чем писала «Природа»****62 Руденко С.И.**
К вопросу о происхождении человека**Дробышевский С.В.****Шаги антропогенеза (65)****72**
Новости науки

Наблюдение спиральных рукавов в окрестностях двойной системы Лебедь X-1 (72). Моделирование эволюции двойной системы Лебедь X-1 (72). Вибриссы насекомых млекопитающих (73). Паук с Мадагаскара строит гигантские сети. Михайлов К.Г. (73). Заселение северной Азии палеолитическим человеком (74). Строение рога шерстистого носорога (75). Найдены древнейшие на Земле окаменелости (75). Восстановление рифообразующих многоклеточных после великого вымирания (76).

Рецензии**77 Дмитриенко В.Е.**
Смысл и суть знания
(на кн.: И.Стюарт. Истина и красота: всемирная история симметрии)**79**
Новые книги**Встречи с забытым****83 Еремеева А.И.**
«Островная вселенная» Томаса Райта**88**
Тематический и авторский указатели за 2011 год

CONTENTS:**3 Kosenko M.M.****Radioactive Strontium at South Urals**

So called technological discharge of radioactive waste by nuclear industry center «Mayak» into Techa river caused radiation poisoning of several hundred people. Almost everybody who lived by the banks of the river was affected.

11 Budnev N.M.**A Laboratory in Baikal Waters**

Two neutrino telescopes are already functioning in Baikal waters and another one is being built there. While the main task of these installations is solving problems in astrophysics, they can serve for study of natural developments in the lake itself.

23 Zakharov V.A.**How Biography of Our Planet Is Being Written?**

Description of the Earth geologic history is founded on chronology of events, recorded on the basis of relative geologic time. But to estimate duration of these events, absolute datings are needed.

27 Nikonov A.A., Fleifel L.D.**Mammoth and Man on the Path to Northern Europe**

It was believed earlier that the only route of colonization of Arctic by Paleolithic man led into Pechora basin through Eastern Europe. But in recent years it was suggested that «mammoth hunters» also migrated here by western routes. Now many mammoth remnants were found in Northern Europe, often associated with signs of human activity.

35 Chomyakov A.P.**Minerals of Keldyshite Group**

To centenary of academician M.V.Keldysh

40 Panova E.M., Agafonov A.V.**Half a Century of Research in Aphasal Dolphins Acoustical Signalization**

Acoustical repertoire of bottlenose dolphin (aphalina) is so rich and diverse that some researchers even speculate that it can possess a rather developed «language», an analogue of human speech.

49 Semenov D.V.**To Whom It Is Needed, This «Wise Kaa»...****Scientific Communications****56 Kwartal'nov P.V., Samotzkaya V.V., Abdunazarov A.G.****From Museum Collections to Live Birds****Notes and Observations****59 Bulavintzev V.I.****Caucasian Black Grouse, a Secretive Bird****What «Priroda» Wrote About****62 Rudenko S.I.****On Human Origin****Drobyshevsky S.V.****Steps of Anthropogenesis (65)****72****Science News**

Observation of Spiral Arms In Circumstellar Disk (72). Modeling of Double System Cygnus X-1 Evolution (72). Vibrissa of Insectivorous Mammals (73). Madagascan Spider Weaves Giant Nets. Mikhailov K.G. (73). Colonization of Northern Asia by Paleolithic Man (74). Structure of Woolly Rhinoceros Horn (75). The World Most Ancient Fossils Found (75). Recovery of Reef Forming Multicellular Organisms after Great Extinction (76).

Book Reviews**77 Dmitrienko V.E.****Meaning and Essence of Knowledge (on book: I.Stewart. Why Beauty Is Truth: A History of Symmetry)****79****New Books****Encounters With Forgotten****83 Eremeeva A.I.****«Island Universe» of Thomas Wright****88****Subject and Author Index for 2011**

Радиоактивный стронций на Южном Урале

М.М.Косенко

Известно, что радиоактивные отходы атомных предприятий содержат продукты деления урана, а в отработанном ядерном топливе (выдержанных отходах) преобладают долгоживущие изотопы стронция и цезия. И в СССР, и за рубежом у ученых была полная уверенность, что радиоактивные отходы взорваться не могут. Каким же образом ^{90}Sr стал одной из основных причин облучения нескольких тысяч людей?

Это случилось на Южном Урале при сбросе радиоактивных отходов промышленного атомного предприятия «Маяк» в р.Течу. Производство плутония было запущено там в начале 1949 г. Отходы с высокой степенью активности предполагалось помещать в специальные емкости, а охлаждающие воды реакторного комплекса и сточные воды радиохимического производства (после их очистки) — сбрасывать в Течу. Так вариант сброса в реку жидких радиоактивных отходов с активностью не более 10 Ки/сут был принят как «временный». Но уже после первых недель работы радиохимического завода объем и уровень радиоактивных сбросов во много раз превысил проектные показатели. Поступающая в реку ежесуточная активность сточных вод составляла ~4300 Ки, помимо радиоактивных изотопов в них содержались нитрат и ацетат натрия в высоких кон-



Мира Михайловна Косенко, доктор медицинских наук, специалист в области радиационной медицины. Работала в Уральском научно-практическом центре радиационной медицины (г.Челябинск), сначала врачом, затем заведующей эпидемиологической лабораторией. За участие в работах по ликвидации Чернобыльской аварии награждена орденом Мужества. В настоящее время живет в США.

центрациях, гидроокись железа, органические вещества.

С многократным увеличением производства плутония специальные емкости переполнились уже к началу 1950 г. И тогда радиоактивные отходы, без какой-либо очистки (так называемые «дикие» сбросы), с активностью до 100 тыс. Ки/сут, тоже оказались в реке. По проведенным позднее расчетам, в реку поступило около 76 млн м³ сточных вод с общей активностью около 3 млн Ки. Около четверти ее приходилось на долю долгоживущих радионуклидов: ^{90}Sr (период полураспада 28 лет) и ^{137}Cs (период полураспада 30 лет). По словам авторов книги «Атомный след на Урале», р.Теча «была использована как сточная канава для удаления отходов, что оказалось губительным для всех живых организмов на расстоянии 160 км от точки сброса» [1].

Имела ли место радиационная авария?

Знали ли проектировщики и эксплуатационный персонал, что по берегам Течи расположены десятки населенных пунктов? Знали! Знали ли, что в ряде этих сел нет ни одного колодца и единственный источник для жителей — речная вода? Знали!

Уже после снятия грифов секретности и обсуждения проблемы облучения населения в высоких отечественных инстанциях и на международных конференциях чиновники атомного министерства утверждали, что на «Маяке» НЕ БЫЛО АВАРИИ, которая привела бы к загрязнению реки. Было «предусмотренное технологическим процессом» сливание радиоактивных отходов в Течу, которая использовалась населением как источник питьевой воды. Атомные специалисты надеялись, что



Схема населенных пунктов по р.Тече.

сброс пройдет незаметно, потому и первые измерения концентрации радионуклидов в речной воде провели только 5 июля 1951 г., т.е. через два с половиной года после начала загрязнения Течи.

Однако, как показали более поздние измерения, радиоактивные элементы были вынесены с водой в р.Исеть, в которую впадает Теча, а затем — в Тобол, Иртыш, Обь и в бассейн Карско-

го моря. Норвежская экологическая организация «Беллона» обнаружила в Северном Ледовитом океане смесь радионуклидов, соответствующих составу отходов с предприятия «Маяк». По расчетам, вынос радиоактивных веществ в Карское море составил около 35 тыс. Ки. Значит, вся речная система протяженностью около 1000 км с населением, насчитывавшим в 1950 г. примерно 124 тыс. человек, в боль-

шей или меньшей степени подверглась радиоактивному воздействию.

Результаты первых измерений

По результатам первых измерений, активность речной воды составляла от 100 до 10 000 мкКи/л в зависимости от расстояния от места сброса (на участке от 0,5 до 7 км). Радиоактивные вещества оказались не только в речной воде, но и в пойменных почвах, и на территории полевых огородов в селах, и в местах стоянки скота на молочно-товарных и птицеводческих фермах. Основная масса радиоактивности оседала во взвешенных частицах в воде и переходила в донные отложения.

На берегах Течи (до впадения ее в Исеть) находилось 39 сел, в которых проживало около 27 тыс. человек. Ближайшие дома нередко располагались на расстоянии 70–100 м от воды [2]. Воду для питья и приготовления пищи, полива огородов, водопоя скота брали из реки; в ней же стирали белье, рыбачили и купались.



Река Теча. 2007 г.

Фото В.Кантора

Внутри жилых помещений тоже были обнаружены источники γ -излучения: самовары, в которых накипь содержала радионуклиды; постельное и нательное белье, которое стирали в речной воде; обувь, полы. Радиоактивные изотопы были и в речной рыбе, водоплавающей птице, молоке (из-за выпаса животных на пойме), овощах и картофеле, выращиваемых при поливе речной водой. Продукты, которые прибрежные хозяйства производили тоннами и продавались на рынках близлежащих городов, тоже оказались загрязненными.

В 1952 г. в селах Верхняя Теча и Лобаново (в 150 км от истоков Течи) излучение внутри самоваров превышало естественный фон на 150% и более. Значит, повышенные дозы облучения получили не только жители сел Челябинской обл., но и проживавшие в прибрежных селах Курганской обл., вплоть до впадения Течи в Исеть — в 237 км от места сброса.

Летом 1951 г. была создана комиссия под руководством академика А.П.Александрова (в будущем президента Академии Наук СССР) для оценки радиоактивности выбросов комбината. Осенью приняли решение переключить сбросы всех технологических отходов на оз.Карачай, а в 1954 г. начали строить плотину №10. Она перегородивала Течу и не позволяла радиоактивным отходам перетекать в реку из Кокшарова и Метлинского прудов. Полностью проблему не решили, потому что через тело плотины просачивалась радиоактивная вода. За плотинной пришлось ставить специальные насосы, откачивающие проникавшую через нее воду и возвращавшие ее обратно.

С 1964 г. Теченский каскад включает четыре искусственных водоема, разграниченных плотинами, и два обводных канала. Замыкающий каскад отгорожен от реки глиняным замком плотины. На протяжении

многих лет Южный Урал встречал весну в напряжении: во время паводка плотину могло прорвать, что привело бы к необратимым последствиям. Кроме того, при исследовании грунтов плотины выявили так называемые ослабленные зоны. В 2007 г. начался капитальный ремонт сооружения с установкой противоточной фильтрации экрана. Реконструкцию закончили в январе 2008 г., но, по словам министра экологической безопасности Челябинской обл. Г.Н.Подтесова, антикризисные мероприятия на Теченском каскаде водоемов продолжатся до 2015 г.

Эти меры значительно уменьшили поступление радионуклидов в Течу. Однако в водоемах Теченского каскада за годы работы комбината накопилось свыше 200 млн м³ жидких радиоактивных отходов. Проблема же оз.Карачай как хранилища радиоактивных отходов со временем нарастала. К настоящему времени активность содержащихся там радионуклидов оценивается в 120 млн Ки. Просачивающиеся сквозь дно водоема радиоактивные воды образовали линзу толщиной 100 м и площадью около 10 км² — большую, чем сам водоем.

Колодезная проблема

Первое решение о полном запрете использования населением воды из Течи и Исеты приняли 12 декабря 1952 г., т.е. через год после проведенных измерений активности в воде. Подобные постановления принимались и в 1953-м, и в 1954-м, и позже. Принимались, но не выполнялись. Прежде всего потому, что все они были секретными и либо о них никто не знал, либо их доводили до населения в половинчатом и невнятном виде. О радиоактивном загрязнении реки не говорили. Запрет на использование речной воды объясняли то присутствием возбудителя бруцеллеза,

то непонятными эпидемиологическими условиями, то кислотно-щелочными сбросами.

О вредности воды в народе ходили различные слухи. Жители заметили изменения в поведении диких уток, которые стали настолько слабыми, что не могли летать. Но официальные объяснения о состоянии реки совершенно не удовлетворяли жителей; они их не понимали и не видели причины отказываться от привычного ведения хозяйства.

Но, самое главное, жители прибрежных сел, как правило, не имели достаточного количества колодцев, поэтому не только в прибрежных селах, но и в г.Шадринске Курганской обл. продолжали использовать речную воду. По расчетам требовалось построить в крупных населенных пунктах водопровод, а в селах — 286 срубных колодцев. К 1954 г. государство выделило более 1,5 млн руб., благодаря чему смогли лишь переоборудовать водопровод на станции Муслюмово и обеспечить чистой водой жителей четырех из 39 сел, расположенных на Тече. Прошло почти 50 лет с момента переоборудования водопровода станции Муслюмово, когда в распоряжение экологической организации «Теча» попал документ Роспотребнадзора от 25 мая 2007 г., в котором предписывается «прекратить использование питьевой воды из подземных источников централизованных систем питьевого водоснабжения села Муслюмово и станции Муслюмово», поскольку в водопроводной воде обнаружены α -излучающие изотопы.

Что с людьми?

Никто не мог ответить на вопрос, в какой мере облучились люди. Определить постфактум дозу внешнего γ -облучения было невозможно; кроме того, радионуклиды поступали и внутрь организма. Какие изотопы? Сколь-

ко? Какую активность они создали? Судя по изотопному составу речной воды, это в основном были ^{137}Cs , ^{89}Sr и ^{90}Sr , период полураспада которых составляет десятки лет.

В июне—сентябре 1951 г. созданная по заданию министерства бригада из 15 человек (дозиметристы, врачи, лаборанты) начала обследование жителей сел Метлино и Надыров Мост. Оно включало анализ периферической крови, осмотр терапевтом (для детей — педиатром) и невропатологом; в последующие годы у некоторых лиц анализировали показатели иммунитета, а у отдельных лиц — состояние желудочной секреции. Поскольку данные о состоянии здоровья людей до начала облучения отсутствовали, установить диагноз было почти невозможно. Очень трудно было определить, связаны ли изменения в состоянии здоровья с облучением или с имеющимися у обследуемых общими заболеваниями.

Тогда задачу поставили иначе: выяснить, ухудшилось ли в 1953 г. состояние здоровья населения по сравнению с 1952 г. Бригады, приехавшие из московских Институтов биофизики и гигиены труда, летом 1953 г. обследовали 578 человек не

только в селах верховья реки, но и в пунктах, отстоящих на 80 км от места сброса радиоактивных отходов. Отмечено ухудшение показателей крови, высокий процент патологии беременности и родов, а у некоторых — симптомы органического поражения нервной системы. У 98 жителей села Метлино констатированы признаки лучевой болезни, а у 200 обнаружены симптомы радиационного воздействия, т.е. у трети обследованных людей зарегистрированы радиационные поражения. На этом основании признано, что лучевая симптоматика нарастает, причем по результатам выборочных, несистематических обследований. Лечебные меры в это время почти не применялись.

Решение о переселении

По результатам обследований приняли решение о «переселении всех проживающих в населенных пунктах, расположенных по берегам реки Теча, от совхоза Метлино, до села Курманово включительно...» [1. С.68], в первую очередь жителей маленьких деревень, а в 1955 г. — пяти крупных населенных пунктов:

Бродокалмака, Муслимова, Курманова, Русской Течи, Нового Петропавловского.

Большинство из осмотренных в селах домов (примерно 500) признали не подлежащими переносу «из-за экономической нецелесообразности». В конце 1954 г. Совет Министров выделил 570 стандартных деревянных домиков: трехкомнатных (50) и однокомнатных. В однокомнатные дома (дверь без тамбура или сеней, узкая кухня, где основное место занимает печь, и смежная с кухней комната ~10 м²) переселяли семьи из 6—8 человек. Позже эти постройки признали непригодными для проживания в условиях уральской зимы. Челябинский облисполком обратился в Атомное министерство с просьбой поставлять конструкции домов иного типа. Однако люди, оказавшиеся в таких «непригодных» домах, мерзнут в них уже 50 лет.

Психологическое состояние переселяемых было тяжелым. Они должны были покинуть свои дома (бревенчатые срубы), где выросло не одно поколение их семей, и переселиться в «насыпные» домики, получив за потерю хозяйства абсолютно неадекватные денежные компенсации.

Для того чтобы удержать людей в колхозах, правительство не выдавало паспортов сельским жителям. Они не могли переехать даже в маленькие города, не могли там «прописаться» и устроиться на работу. Сельским жителям разрешались только краткосрочные выезды для посещения родственников — при наличии полученной в сельсовете справки, удостоверяющей личность. Не имели паспортов и выселяемые жители прибрежных сел. Поскольку у них брали так называемую «подписку о неразглашении» их прежнего места жительства и причин выселения, обращаться в административные органы для защиты своих интересов они не могли.



На берегу р.Течи стоят заброшенная школа и предупреждающий о радиации знак.
Фото Д.Синякова

Поскольку персональные сведения о сельских жителях в стране отсутствовали, единственными документами, необходимыми для создания регистра облученного населения, были похозяйственные, или налоговые книги. Для взимания отдельных видов налогов с имущества в книги вписывалась фамилия хозяина, наличие у него дома, хозяйственных построек, скота (коров, телят, баранов, коз и т.д.); ниже на той же странице книги пофамильно перечислялись члены семьи. Книги обновлялись каждые три года, а с исчезновением сел они зачастую исчезали.

В 1957 г. переселение приостановилось из-за рекомендательной записки руководителя службы внешней дозиметрии комбината №817 («Маяк») Д.И.Ильина и новой радиационной катастрофы в сентябре 1957 г. В отношении села Муслюмово вопрос с переселением был решен только к 2009 г., т.е. более чем через 50 лет после начала облучения.

Жителей отселяли от реки через 5–7 лет после начала сброса радиоактивных отходов, но к тому моменту они уже получили основную дозу облучения. Это подтверждается одинаковым содержанием ^{90}Sr в организме людей, переселенных и продолжающих проживать в прибрежных селах [2].

Дозы облучения населения

Население, проживающее вдоль реки, получило как внешнее, так и внутреннее облучение. Внешнее γ -облучение было обусловлено донными отложениями радиоактивных веществ, наличием радионуклидов в почве затопляемой поймы и водными зеркалом реки. Мощности экспозиционной дозы на улицах сел, на приусадебных участках, в домах начали измерять только в 1953 г. Уровни внешнего облучения в более ранние годы оценивали на основании



Старые дома в Муслюмове.

Фото Д.Синякова

многих допущений: о концентрации радионуклидов в речной воде в 1951–1952 гг., об одинаковой величине активности сбросов в 1950 и 1951 гг., о времени пребывания людей на берегу реки [2].

Уже в первые годы изучения радиационной ситуации на Тече стало ясно, что основной дозообразующий радионуклид — ^{90}Sr , который попадает в организм с питьевой водой и местными продуктами питания. Этот β -изотоп поступает в кровь и накапливается в костной ткани, больше всего при этом страдает красный костный мозг. Из организма стронций выводится главным образом через почки, а также через кишечник.

Первые попытки установить уровни индивидуального облучения сводились к измерению количества импульсов β -излучения в выделениях. Метод этот крайне трудоемкий и очень неточный. Позднее методы оценки содержания радиоактивных веществ в организме совершенствовались: радиометрия образцов костной ткани, полученных при посмертных вскрытиях (с 1952 г.); прижизненное измерение поверхностной β -активности зубов (с 1959 г.); измерение содержания ^{90}Sr в организме

с помощью счетчика излучения человека (с 1974 г.).

Для оценки отдаленных стохастических последствий внутреннего облучения было нужно восстановить уровень облучения у всех членов пострадавшей когорты. Заведующий дозиметрической лабораторией филиала №4 Института биофизики МЗ СССР (ныне УНПЦРМ) Л.И.Пантелеев предложил использовать метод «семейных ячеек» (у членов одной семьи единый пищевой и питьевой рацион). Зная содержание ^{90}Sr у одного или нескольких членов семьи и введя при расчете параметр возраста человека на момент облучения, можно оценить содержание радиоактивного стронция и других необследованных членов этой семьи. Индивидуальные дозы рассчитывали, используя среднegrupповые оценки. Кумулятивные максимальные дозы на красный костный мозг и костные поверхности составили около 2 и более 3 ГР соответственно [2].

Медицинские последствия

В 1955 г. в Челябинске и Шадринске организовали два спецдиспансера для выявления и ле-

чения больных лучевой болезнью среди жителей, проживающих на загрязненной радиоактивными веществами территории. Летом 1956 и 1957 гг. выездные медицинские бригады работали в наиболее крупных оставшихся на Тече пунктах: Бродокалмаке, Муслиюмове, Нижней Петропавловке. И в этих селах, расположенных в 80 км и ниже от места сброса радиоактивных отходов, у некоторых имелись признаки лучевой болезни. Одних направляли на лечение в Москву, в специализированную 6-ю клинику, другим назначали повторное динамическое обследование в Челябинске или Шадринске. Московские специалисты, как правило, подтверждали наличие хронической лучевой болезни.

Но осенью 1957 г. медицинские бригады и специалисты в стационарах должны были переключиться на оказание помощи другому пострадавшему населению. После взрыва в хранилище радиоактивных отходов атомного предприятия «Маяк» выпавшие осадки покрыли большие территории Челябинской, Свердловской и Тюменской областей. На пространстве с плотностью загрязнения по ^{90}Sr более 1 Ки/км² оказалось 87 деревень с населением около 21 тыс. человек, которые нуждались в медицинской помощи.

В 1958 г. на базе спецдиспансера и комплексной сельскохозяйственной научно-исследовательской радиологической лаборатории создали филиал Ленинградского института радиационной гигиены. В его задачи помимо лечения облучившихся пациентов входила и экспериментальная имитация условий облучения ранних лет, оценка эффектов, регистрация которых была упущена, а также поиск приемлемых методов оценки доз облучения. Однако этот филиал просуществовал недолго. В сентябре 1962 г. его передали в ведение Института биофизики Министерства здравоохранения СССР.

В филиале московского института работало около 280 человек. Построили отдельное здание по специальному проекту с отдельными входами (для обычных пациентов и для людей с поверхностным загрязнением радиоактивными веществами), с достаточным количеством душевых в приемном покое и с клиническим отделением на 50 коек. Это было уже хорошо оснащенное госпитальное учреждение, оборудованное лучше, чем многие другие челябинские больницы.

Из-за отдаленности филиала от места жительства пациентов и ограниченного числа коек создали «диспансерную группу». Мы выезжали в места проживания облучившихся людей, в основном в летние месяцы, чтобы разместиться в пустовавших в период летних каникул школах. Иногда мы находились в одном селе две-три недели, затем переезжали в другие села. В поездки мы брали с собой все необходимое: раскладушки, матрацы, белье, посуду, железные умывальники, консервированные продукты, лабораторное оборудование; мы научились носить воду на коромыслах, топить печи (дрова рубили наши шоферы).

Примерно треть облучившегося населения было татарским и башкирским, со своим особым питанием — рацион содержал очень мало витаминов. На приусадебных участках в татарских и башкирских селах выращивали только картофель; другие овощи (даже лук) не сажали. Наша работа была не только медицинской, но и разъяснительной, насколько это удавалось. Убеждали сажать лук, ягодные кустарники, пользоваться противозачаточными средствами и делать меньше аборт, соглашаться на профилактические прививки.

Мы пытались не только выявить лучевую патологию у жителей прибрежных сел, но и оказать им медицинскую помощь. К этому времени люди уже полу-

чили основную дозу облучения. Лучевая патология проявлялась в виде поражения костно-мозгового кровотока, снижения иммунологической резистентности, нарушения желудочной секреции, синдромов нарушения нервной системы.

Хроническая лучевая болезнь установлена в СССР, и больше она не наблюдалась нигде в мире. Такого заболевания нет в «Международном классификаторе заболеваний» — оно есть только на Урале, и обусловлено оно деятельностью атомного предприятия «Маяк». В 1961 г. в своей книге «Клиническая картина хронической лучевой болезни в различные периоды ее течения» Г.Д. Байсоголов написал: «К настоящему времени можно считать доказанным существование хронической лучевой болезни... причина ее — длительное внешнее или внешнее в сочетании с внутренним облучение в значительных дозах» [3]. Международная Комиссия по радиологической защите определила эту дозу как 40 сЗв/год (1 сЗв соответствует одному раду, или одному рентгену) при облучении в течение нескольких лет. Накопление дозы более 100 сЗв может привести к развитию хронической лучевой болезни. Диагностировать ее очень трудно, поскольку описавшие хроническую лучевую болезнь указывают: «Все симптомы хронической лучевой болезни не являются специфическими только для лучевого воздействия и приобретают диагностическую ценность в совокупности один с другими». Другими словами, такие же симптомы наблюдаются при многих заболеваниях, не связанных с облучением: при хронических инфекциях, гельминтозах, нарушениях иммунитета и т.д.

Диагноз хронической лучевой болезни можно подтвердить, если регистрируются постоянное уменьшение (сравнительно с показателями до начала облучения) количества лейкоцитов и тромбоцитов, а также

астенизация (эти симптомы наблюдались у молодых рабочих реакторного или радиохимического производства, получавших в течение каждой рабочей смены значительную дозу облучения). А как подтвердить такой диагноз у сельских жителей разных возрастов, отягощенных рядом обычных заболеваний, при неизвестной дозе их облучения и неизвестном состоянии их исходного здоровья?

В ситуации, сложившейся на Тече в 1949, 1950, 1951, 1952 гг., когда люди получили наибольшие дозы облучения, ни одного случая хронической лучевой болезни не диагностировали, потому что специалисты не обследовали людей. Когда они болели, сельские фельдшеры ставили им диагнозы бруцеллеза, гепатита, малокровия, лейкоза, алкоголизма и т.д. Когда они умирали, те же причины смерти фигурировали в официальных документах. Но через шесть-семь лет после начала воздействия, когда внешнее облучение практически прекратилось, радионуклиды перестали поступать в организм и здоровье должно было бы начать восстанавливаться, хроническую лучевую болезнь стали диагностировать в массовом порядке. Именно тогда приступили к массовому обследованию населения специалистами, уведомленными о радиационном воздействии.

Многие жаловались на боли в костях, частые головные боли, неадекватную слабость, быструю утомляемость. У некоторых уменьшилось (относительно нормы) количество лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов, увеличились размеры печени, наблюдались отклонения в работе нервной системы и нейрососудистой регуляции. Обращали на себя внимание частое проявление заболеваний, не связанных с облучением. Следовало ли причиной этих симптомов считать радиационное воздействие?

Ситуация усугублялась и тем, что районы, где проживало облу-



На выезде из Муслюмова в память о жителях, погибших от последствий радиации, установлен памятный знак.

чившееся население, были эндемичны по зубу и бруцеллезу. В селах по берегам Течи на протяжении 30–40 лет содержались стада овец и коров, пораженных бруцеллезом. От этой болезни больше всех страдали доярки, ветеринарные работники и скотники. Таков был фон, на котором развивалось действие радиации.

Всего было установлено 1159 случаев хронической лучевой болезни, в некоторых селах верховья реки (например, в селе Метлине) — у 60% обследованных. Часто хроническую лучевую болезнь определяли у жителей среднего течения реки и даже на побережье Исети. В 85% случаев этот диагноз установили в 1955–1958 гг., т.е. через 6–9 лет после получения пациентами наибольших годовых доз.

Измерения активности в воде нижнего течения Течи, расчет создаваемых водой и илом внешних доз, в также измерения β -активности в выделениях конкретных людей дали основания считать, что доза, полученная жителями низовья Течи и берегов Исети, не достигала 100 сЗв, т.е. порога, необходимого для возникновения лучевой болезни, поэтому в ряде случаев комиссия признала диагноз ошибочным.

В 1968 г. сотрудники Уральского центра радиационной медицины (г. Челябинск) по инициативе заведующего клиническим отделом В.И. Кирюшкина начали создавать регистр облученных лиц. В его основу легли прежде всего медицинские документы: индивидуальные карточки пациента, архив историй болезни, а также сохранившиеся похозяйственные книги населенных пунктов по берегам Течи. Регистр постоянно пополнялся и к настоящему времени составляет Медико-дозиметрическую базу данных УНПЦРМ, в которой находятся сведения о 27 тыс. облучившихся [2]. Согласно этим данным, медицинское обследование (хотя бы один осмотр) прошли только 50% из всех лиц, получивших радиационное воздействие. О здоровье второй половины облучившихся ничего не известно. Как же в такой ситуации выявить истинную частоту хронической лучевой болезни?

Создание регистра облученного населения позволило оценить отдаленные стохастические эффекты. Установлены повышенные уровни смертности от злокачественных новообразований у облучившихся жителей прибрежных сел Течи по

сравнению с контрольными группами. Вклад в более высокую смертность у пострадавших лиц внесли инфекционные болезни детей раннего возраста (в основном в ранний период после начала облучения), а также злокачественные новообразования, среди которых прослеживается избыточное число лейкозиев [2].

Как вывести стронций из организма?

Экспериментальные работы по поиску радиопротекторов, т.е. веществ, которые могли бы ослабить внешнее облучение и/или нейтрализовать радиоактивные вещества, поступившие в организм, велись очень интенсивно, в основном по заказу военных ведомств.

Препарат цистамин, входящий в индивидуальную аптечку военнослужащего для профилактики поражения ионизирующим излучением, по словам Л.А.Ильина, «обладал малой эффективностью и плохой переносимостью» [4]. Большие надежды в случае внешнего облучения возлагались на препарат «Б-190». Его разрабатывали в Институте биофизики МЗ СССР в 80-х годах, т.е. через 30 лет после облучения наших пациентов. Испытания препарата «Б» как будто были успешными, но по каким-то причинам его так и не использовали во время Чернобыльской аварии.

Об опыте лечения рабочих плутониевого комбината «Маяк», заболевших лучевой болезнью,

мы практически не знали. Этот уникальный опыт отечественных ученых публиковался в секретном «Бюллетене радиационной медицины», а в открытой печати появился лишь в 1991—1992 гг. [4]. Книга А.К.Гуськовой и Г.Д.Байсоголова «Лучевая болезнь человека», в которой подробно описываются клинические аспекты и лечение как внешнего, так и внутреннего облучения, была неоценимым руководством, но появилась она только в 1971 г. [3].

Что же касается внутреннего облучения, то эффективные меры защиты от радиоактивного йода были разработаны, а от изотопов цезия и стронция — нет. Пытались «связывать» поступивший в желудок радиоактивный стронций так называемыми комплексообразователями, такими как пентацин, полисурьмин, активированный сернокислый барий (адсорбар), препарат из морских водорослей. Но все они были неэффективными, прежде всего потому, что радиоактивный стронций давно уже попал в кровоток и накопился в костной ткани. Академик Л.А.Ильин пишет в отношении радиоактивного стронция: «До настоящего времени не удалось открыть лекарства для избирательного извлечения его из крови и костной ткани» [4]. Таким образом, перед лицом тысяч людей, облученных в прибрежных селах Течи и на территории радиоактивного следа мы, врачи, оказались без специфических средств, способных уменьшить дозу облучения.

Не имея возможности как-то повлиять на уже полученную людьми дозу внешнего и внутреннего облучения, мы могли только направить свои усилия на раннее выявление отдаленных последствий облучения и смягчение этих эффектов. Тесная связь со станцией переливания крови позволяла иметь необходимое количество цельной крови и ее компонентов для трансфузий при анемиях, уменьшенном количестве лейкоцитов или тромбоцитов. Это была мера по временному замещению кровотока, пострадавшего от облучения. Стимуляции кровотока какими-либо лекарственными препаратами практически не помогали. Более успешным было лечение инфекционных процессов, возникавших у наших больных на фоне снижения иммунитета.

Такова печальная история непредусмотренных последствий советского атомного проекта. 18 августа 1992 г. в интервью корреспонденту газеты «Известия» академик Ю.Трутнев сказал, что «ядерное оружие самый дешевый способ предотвратить любые угрозы, любые трудности». На какого слушателя и читателя он рассчитывал, давая интервью? Жители прибрежных сел р.Течи могли бы привести много убедительных аргументов против подобного утверждения. Реальные события показали, что атомная бомба, даже никогда не использованная как оружие, способна угрожать благополучию тысяч людей, а иногда и их жизням. ■

Литература

1. Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Атомный след на Урале. Челябинск, 1997.
2. «Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Теча / Ред. А.В.Аклеев, М.Ф.Киселев. М., 2000.
3. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. М., 1971.
4. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля. М., 1994.

Лаборатория в водах Байкала

Н.М.Буднев

За миллионы лет в оз.Байкал сформировалось уникальное биологическое сообщество, две трети которого составляют эндемики, обитающие только здесь виды рыб, моллюсков, водорослей и т.д. В конце XX в. здесь появился еще один обитатель — первый в мире глубоководный нейтринный телескоп НТ200 [1].



Николай Михайлович Буднев, доктор физико-математических наук директор Научно-исследовательского института прикладной физики Иркутского государственного университета. Область научных интересов: физика высоких энергий, физика космических лучей, нейтринная астрофизика, науки о Земле.

Наш резидент на озере

Идея создания гигантских детекторов в прозрачных природных средах для поиска нейтрино высоких энергий от астрофизических источников принадлежит академику М.А.Маркову [2], в 2010 г. ей исполнилось 50 лет. Суть предложения в следующем. Наблюдение нейтринного сигнала может стать важным источником информации о многих процессах во Вселенной, однако электрически нейтральное нейтрино невозможно зарегистрировать никакими современными методами, можно лишь наблюдать, например, черенковское излучение релятивистских заряженных частиц, рождающихся при взаимодействии нейтрино со средой. Поскольку ожидаемые потоки нейтрино высоких энергий невелики, а вероятность их взаимодействия с веществом очень мала, для регистрации астрофизических нейтрино высоких энергий нужны установки с характер-

ным размером порядка кубического километра и больше. Такой детектор можно получить, если создать в прозрачной среде (в воде, во льду) пространственную решетку высокочувствительных приемников света, которые будут регистрировать вспышки, возникающие при взаимодействии нейтрино со средой.

Действующие в настоящее время Байкальские нейтринные телескопы НТ200 и НТ200+ (рис.1) расположены в 3,5 км от берега в районе 106-го километра Круго-Байкальской железной дороги на Южном Байкале, глубина в этом месте около 1370 м. В целом, установки представляют собой сеть *притопленных буйковых станций* (БС), верхние плавучести которых находятся на глубине около 20 м. На них размещаются: *оптические модули* (ОМ), регистрирующие черенковское излучение релятивистских заряженных частиц, *электронные модули*,

предназначенные для обработки поступающих от ОМ сигналов и связи с береговым центром, а также различные *гидроакустические, гидрооптические, гидрологические* и другие приборы. В 2011 г. на Байкале было развернуто три гирлянды будущего глубоководного нейтринного телескопа НТ1000 с эффективным объемом порядка 1 км³. Установка будет состоять из 12 кластеров, подобных НТ200+, по восемь гирлянд в каждом, на каждой гирлянде будет по 192 оптических модуля — всего 2304.

Природная вода — неотъемлемая часть Байкальских нейтринных телескопов, ее свойства (прозрачность, световой фон, температура и т.д.) и происходящие в озере процессы (течения, седиментация и др.) существенно влияют на работу установок. Поэтому важную часть Байкальского нейтринного проекта составляют исследования самого озера — «среды обитания» че-

© Буднев Н.М., 2011

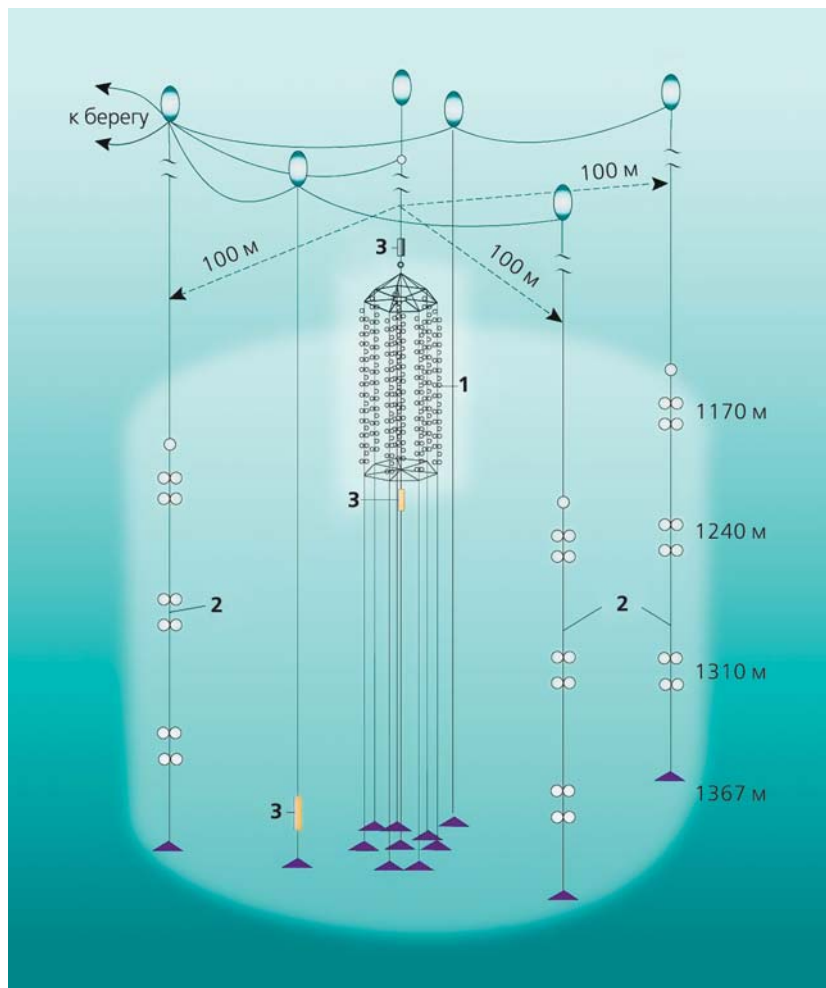


Рис. 1. Байкальский глубоководный нейтринный телескоп. 1 — нейтринный телескоп NT200, 2 — внешние гирлянды нейтринного телескопа NT200+, 3 — калибровочные лазеры.

ренковских детекторов. Развитие новых методик непрерывных измерений на стационарных буйковых станциях, создание высокоточных приборов позволило получить множество уникальных данных о гидрофизических и биогеохимических процессах в озере. Можно сказать, что в рамках нейтринного проекта у него появилась новая роль — роль инструмента астрофизических исследований. Одновременно открылись новые возможности для изучения самого озера.

Вообще-то Байкал — одно из самых изученных озер мира, первые научные исследования которого были начаты в середине XIX в. польскими ссыльными

Б.Дыбовским и В.Годлевским; огромный вклад в его изучение внесли Г.Ю.Верещагин, М.М.Кожов, Г.И.Галазий, М.А.Грачев и многие другие ученые. Однако до сих пор многие принципиальные стороны функционирования байкальской экосистемы остаются неясными. Сложности связаны, в частности, с тем, что наряду с относительно слабыми общими трендами в изменении показателей, которые качественно и количественно характеризуют биотическое и абиотические компоненты озерной экосистемы, наблюдаются весьма сильная межгодовая и межсезонная изменчивость различных процессов, а также большая пространственная неоднород-

ность большинства гидрофизических, гидробиологических и гидрохимических показателей среды. Например, продуктивность средообразующей эндемичной для озера диатомовой водоросли *Aulacoseira baicalensis* в разные годы различается в десятки и в сотни раз. Вспышкам ее численности присуща некоторая квазипериодичность: как правило, они происходят через три-четыре года, но иногда через два или 6—8 лет. Причины таких вариаций до настоящего времени достоверно не известны; в работе [3] предложена простая модель, связывающая их с циклами Солнечной активности, но насколько она правильна?

В последние годы стало понятно, что особую роль в экосистеме Байкала играют гидрофизические процессы, многие из которых более характерны для океанов и морей, чем для континентальных озер. Они приводят к активному горизонтальному и вертикальному обмену вод и в итоге обеспечивают высокое качество байкальской воды, во многом определяют не только биологические ритмы, особенности биоразнообразия и эндемизма байкальских гидробионтов, но и саму возможность существования жизни в глубинной зоне озера. Именно благодаря активному обмену вод вся толща озера насыщена кислородом; более того, кислород проникает на несколько сантиметров в донные отложения. Эти же процессы ответственны за эффективный возврат из глубинной зоны в верхние слои различных биогенных веществ, причем их количество по порядку величины близко к количеству веществ, поступающих в озеро извне.

Важнейший режим — температурный

Основная причина высокой активности гидрофизических процессов в озере заключается в том, что температура его верхних слоев дважды в год перехо-

дит через значение $T_{\text{мп}}$, когда плотность воды максимальна. В это время более плотная вода оказывается над менее плотной, что приводит к развитию так называемой свободной температурной конвекции и полному перемешиванию верхнего трехсотметрового слоя воды. При атмосферном давлении (на поверхности озера) температура максимальной плотности $T_{\text{мп}} = 4^{\circ}\text{C}$, с ростом глубины она падает примерно на 0.2° на каждые 100 м. Зависимость $T_{\text{мп}}$ от глубины H очень важна для гидрофизических процессов в Байкале на глубинах более 300 м, где температура воды $T(H)$ тоже уменьшается с глубиной, но медленнее, чем $T_{\text{мп}}(H)$, так что везде $T(H) > T_{\text{мп}}(H)$ (рис.2), и глубже 300 м круглый год наблюдается слабая, но устойчивая вертикальная стратификация воды.

Тонкая структура распределения температуры воды очень важна не только для гидрофизических, но и для гидробиологических процессов, поэтому наблюдениям за ее изменениями уделяется очень большое внимание. Роль температуры как метки для фиксаций, например, интрузий поверхностных вод в придонную зону так велика, потому что прямыми методами наблюдать опускание вод с типичными для Байкала скоростями порядка 1 мм/с и менее почти невозможно.

Наиболее подробные данные о годовом ходе температуры и многих гидрофизических процессах получены с помощью приборов TR-1050, TR-1060 и других, размещенных почти на 50 горизонтах (глубины от 15 до 1362 м) на четырех буйковых станциях в районе Байкальского нейтринного телескопа. Эти приборы на основе полупроводниковых датчиков позволяют каждые 10 с измерять температуру воды с разрешением 0.001° в течение года и хранить результаты. На рис.3 представлены в качестве примера данные о температуре в верхнем 300-метровом слое в период с 11 марта

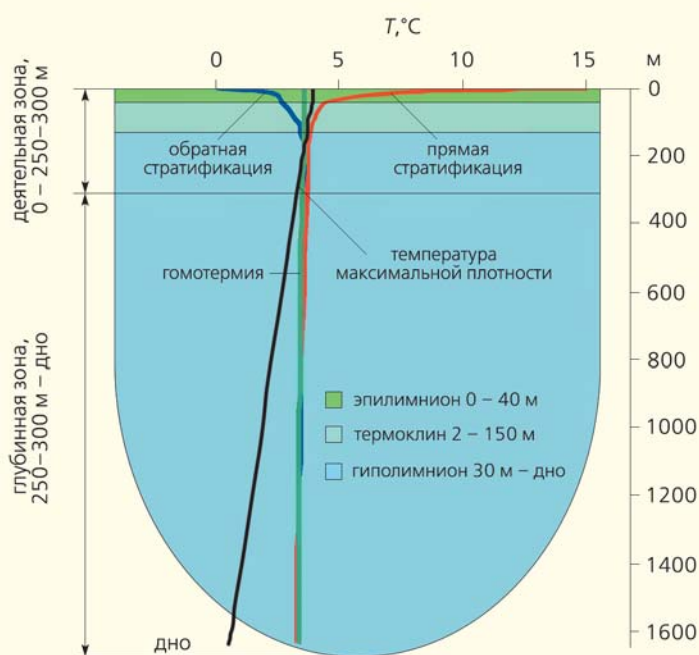


Рис.2. Схематическая зависимость температуры максимальной плотности воды и температуры воды в Байкале от глубины в разные сезоны года.

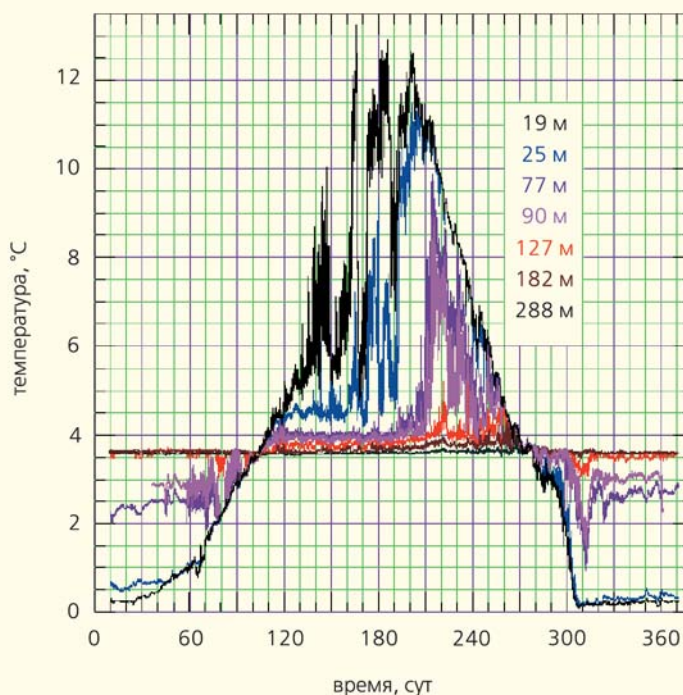


Рис.3. Годовой ход температуры в деятельном слое Байкала. Отсчет шкалы времени на горизонтальной оси начинается с 1 марта 2000 г. Каждая линия отображает изменения температуры на горизонте, отмеченном соответствующим цветом.

2000 г. по 10 марта 2001 г. По этим данным даже на качественном уровне можно следить за развитием многих гидрофизических процессов. В начале марта до глубины 127 м наблюдалась обратная температурная стратификация (т.е. T с глубиной росла), но уже во второй половине марта прогрев воды прорывающим через лед солнечным светом достиг глубины 19 м. В середине апреля температуры на глубинах 19 и 25 м сравнялись, и тогда же начали отчетливо проявляться существ-

венные колебания на горизонтах 75 и 90 м. Это связано с развитием свободной температурной конвекции, которая постепенно захватывала все большие глубины и привела в конце концов к весенней гомотермии, которая на Южном Байкале устанавливается обычно в конце июня — начале июля. Профиль температуры в слое 0—300 м в это время близок к профилю $T_{\text{мн}}$ с очень маленьким градиентом (около $0.002^\circ\text{C}/\text{м}$). Вертикальная устойчивость воды в этом слое близка к нулю, что

создает хорошие условия для перемешивания под действием ветра и течений.

После перехода температуры воды на поверхности через 4°C конвекция прекращается; быстро формируются относительно теплый верхний слой с типичной температурой $10\text{--}12^\circ\text{C}$ — эпилимнион (размером до $5\text{--}10$ м) и слой температурного скачка — термоклин, слой с большими вертикальными градиентами температуры ($0.2\text{--}0.4^\circ\text{C}/\text{м}$). В теплое время года его нижняя граница достигает глубины $10\text{--}40$ м. Из-за относительно резкого увеличения плотности воды с глубиной термоклин служит как бы жидким дном для эпилимниона. В последнем происходит концентрация осаждающихся органических веществ, поэтому здесь скапливаются питающиеся ими зоопланктонные организмы. Термоклин оказывается также важным источником биогенных элементов для верхних слоев воды, куда они частично возвращаются при ветровом перемешивании, и временной преградой для поступления кислорода в более глубокие слои (гиполимнион), поэтому ниже термоклина временами может возникать дефицит кислорода.

Только в сентябре, при понижении среднесуточной температуры воздуха, начинается рост температуры воды на глубинах больше 30 м, это происходит за счет возобновляющейся свободной конвекции — опускания охлаждающихся поверхностных вод, температура которых становится ниже, чем температура воды в глубже расположенных слоях. Температурная конвекция и ветровое перемешивание ведут к увеличению размеров эпилимниона, заглублению и размыванию слоя температурного скачка. Толщина перемешанного слоя возрастает от $20\text{--}30$ м в сентябре до $100\text{--}150$ м в начале ноября. В конце ноября — декабре опять возникает гомотермия и создаются наилучшие условия для вентили-

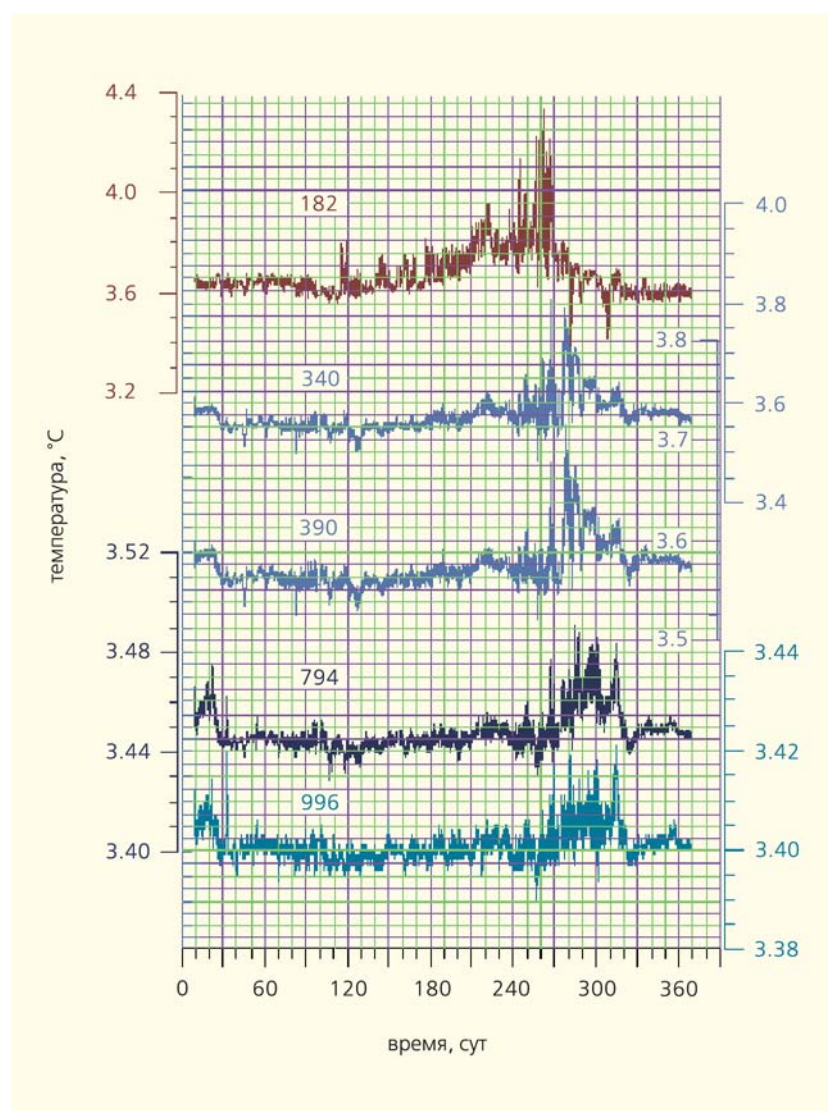


Рис. 4. Годовой ход температуры в глубинном слое озера Байкал. Отсчет шкалы времени на горизонтальной оси начинается с 1 марта 2000 г. Каждая линия отображает изменения температуры на горизонте, отмеченном соответствующим цветом.

ции глубинных слоев озера. Чтобы это произошло, однако, нужна некоторая внешняя сила (ветер, течения в сочетании с силой Кориолиса), которая смогла бы погрузить поверхностную воду через «потенциальный барьер», представляющий собой слой воды на глубинах порядка 300 м с постоянной круглогодичной температурой, равной температуре максимальной плотности на этой глубине $T(300 \text{ м}) \approx T_{\text{мп}}(300 \text{ м}) \approx 3.4^\circ\text{C}$. Если температура поверхностных вод несколько выше глубинных, только при очень мощном внешнем воздействии она может опуститься до дна, но такие вертикальные смещения могут охватить большой диапазон глубин. При этом наблюдаются несколько сдвинутые во времени, но хорошо коррелированные по форме, хотя и уменьшающиеся по амплитуде, температурные возмущения (рис.4), захватывающие всю глубинную зону или большую ее часть. Амплитуда колебаний T на глубине 500 м достигает 0.1°C , а на глубине 996 м — 0.02°C , при том что без возмущений температура во всем диапазоне глубин от 300 до 1000 м в Южном Байкале меняется меньше чем на 0.1°C . Значимые возмущения небольшой амплитуды в глубинной зоне, причем как положительные (с ростом температуры на данном горизонте), так и отрицательные (с уменьшением температуры) регистрируются практически в течение всего года, в том числе в подледный период. Малый временной сдвиг, порядка нескольких часов, между моментами появления возмущений в большом диапазоне глубин означает, что генерация этих возмущений происходит за счет вертикального смещения водных масс. Скорость таких смещений, определяемая по данным об осцилляциях температуры, может быть порядка $0.001^\circ\text{C}/\text{ч}$. Иногда возмущения имеют характер четко выраженных квазипериодических колебаний, которые являются про-

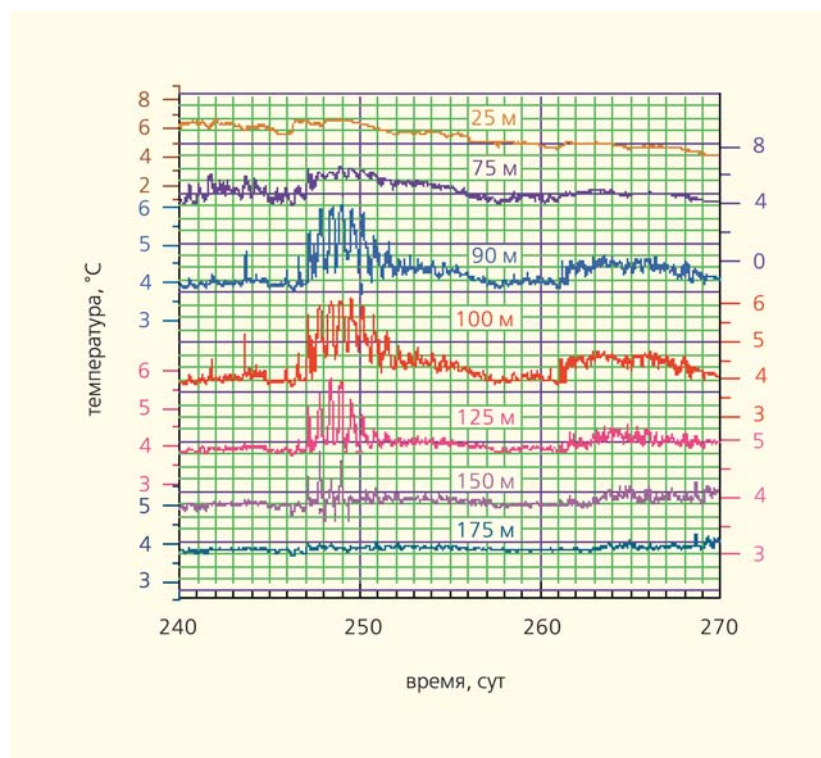


Рис.5. Пример наблюдения внутренних инерционных квазипериодических волн в области скачка плотности в начале ноября 2000 г. Данные получены с помощью приборов TR1000, которые размещены на горизонтах, помеченных цифрами над каждой кривой.

явлением стоячих или бегущих внутренних волн. В Байкале, как и в морях, и океанах, наблюдаются внутренние волны с совершенно различными свойствами: инерционные квазипериодические, стоячие (сейши) с различными периодами, крупномасштабные волны Россби и Кельвина и т.д. Амплитуда вертикальных смещений воды в таких волнах может достигать нескольких десятков и даже сотен метров (рис.5). В широких пределах лежит также частота внутренних волн: от десятков минут до десятков часов. Различны и механизмы их генерации; например, природа инерционных колебаний состоит в следующем. Мысленно выделим некоторый пробный объем воды и представим, что он по каким-то причинам переместился вверх из начальной позиции в слой, где плотность окружающей воды меньше, чем его плотность (как это имеет место в случае

прямой стратификации в Байкале). Данная порция воды остаться там не сможет и неизбежно начнет тонуть. При этом за счет инерции она «проскочит» слой одинаковой с ней плотности и попадет в слой большей плотности. Архимедова сила станет выталкивать ее наверх, она снова проскочит слой равной плотности и будет так осциллировать, пока, наконец, не обретет покой в своем исходном слое. Из-за того, что градиент температуры глубже 50–100 м в Байкале очень мал, невелика и частота таких колебаний ($0.1 - 0.2 \cdot 10^{-3}$ Гц).

У самого дна

Для придонной зоны Байкала характерен существенно иной, чем для основной толщи глубинных вод, режим. В данном слое достаточно часто наблюдаются значительные вариации

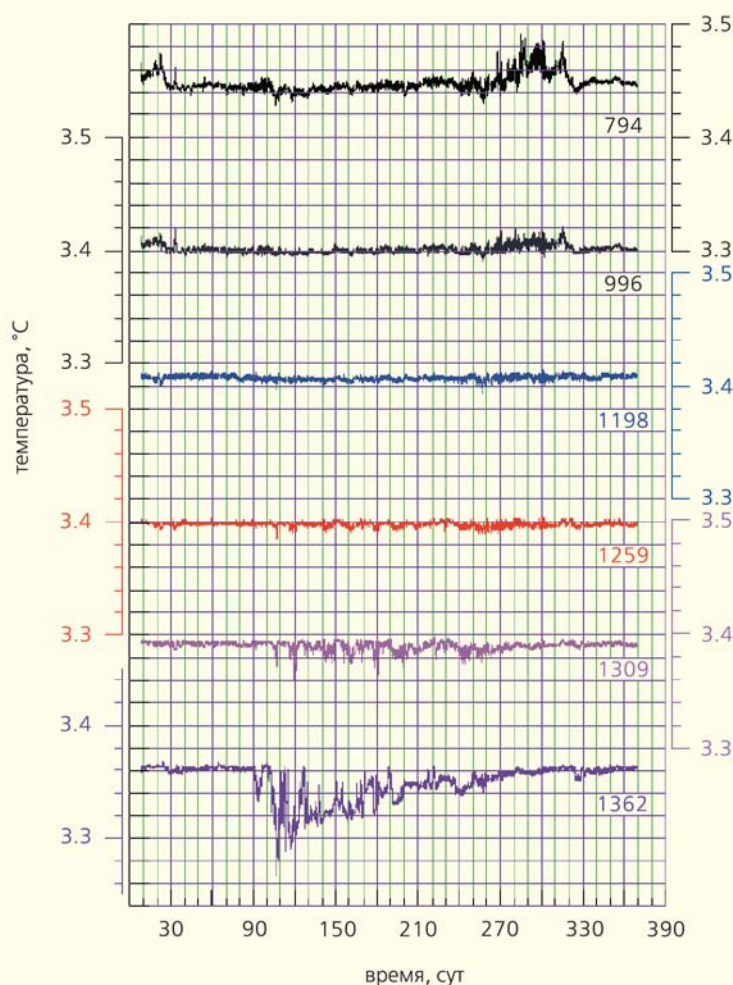


Рис.6. Годовой ход температуры в придонном слое Байкала. Отсчет шкалы времени на горизонтальной оси начинается с 1 марта 2000 г. Каждая линия отображает изменения температуры на горизонте, отмеченном соответствующим цветом.

температуры (до 0.1°C), здесь повышена концентрация кислорода, регистрируются высокие скорости течений (зафиксированный максимум — 91 см/с). Это связано с мощными интрузиями в придонную область вод из верхних слоев озера — обычно более холодных, но иногда и более теплых. На рис.6 приведен случай мощной интрузии, наблюдавшейся в 2000 г. в районе Байкальского нейтринного телескопа, когда температура на горизонте 1362 м (4 м от дна) понизилась почти на 0.1°C и вернулась к характерному для

этой глубины и места значению 3.36°C только через полгода. С увеличением расстояния от дна проявление данной интрузии быстро уменьшается, и уже на расстоянии около 100 м от дна практически никаких изменений температуры не наблюдалось. Это означает, что понижение T в придонном слое не было связано с опусканием воды из вышележащих слоев непосредственно в месте наблюдений. Как же холодная, насыщенная кислородом, поверхностная вода оказалась на глубине 1360 м?

Один из механизмов переноса поверхностных вод в придонную зону предложен в работе [4]. Его смысл достаточно прост: если с помощью некоторой внешней силы, работающей против сил плавучести, переместить воду с температурой $T_c \sim 3.2\text{--}3.3^{\circ}\text{C}$ через «потенциальный барьер», который расположен на глубинах $\sim 300\text{ м}$, хотя бы до глубины $\sim 400\text{ м}$, то далее эта порция воды будет тонуть уже «самостоятельно», поскольку разность $T_c - T_{\text{мн}}(H > 400\text{ м})$ будет меньше, чем разность $T(H > 400\text{ м}) - T_{\text{мн}}(H > 400\text{ м})$, т.е. в глубинной зоне перемещенная вода будет тяжелее окружающей. Такой процесс получил название вынужденной глубинной конвекции. Наилучшие условия для ее развития складываются в мае—июне и ноябре—декабре, когда верхние слои озера имеют температуру немного ниже температуры на горизонте так называемого мезотермического максимума — глубины, где обратная температурная стратификация воды переходит в прямую. Расчеты показывают, что в это время ветер, дующий со скоростью больше 6 м/с , в сочетании с силой Кориолиса может вызывать так называемый экмановский перенос вод вдоль крутого северо-западного склона вплоть до самого дна.

Впервые инструментально наблюдать присклоновое затекание холодных приповерхностных вод через потенциальный барьер в придонную зону удалось с помощью высокоточных глубоководных измерителей температуры, расположенных на притопленных буйковых станциях, одна из которых находилась на береговом склоне на расстоянии 1200 м от берега, а две других — на удалении 3500 м от берега в окрестности Байкальского нейтринного телескопа [5]. Одна из наиболее мощных интрузий объемом порядка 90 км^3 наблюдалась в конце 2006 г. В результате воздействия на поверхность озера длительного северо-вос-

точного ветра вдоль западного берега возникло течение, средняя скорость которого на глубине 15 м, по данным прибора AANDERRA, установленного на присклоновой станции, составила в то время 0.28 м/с. Прибором TR-1050, размещенным на этой же станции на расстоянии 3 м от дна (глубина 547 м), 27 декабря в течение 2.5 ч фиксировалось понижение температуры с 3.5 до 3.25°C, 31 декабря за 20 мин температура понизилась с 3.32 до 3.12°C, в то время как ранее (с начала наблюдений в марте 2004 г.) температура в этом месте никогда не падала ниже 3.35°C. Поскольку температура максимальной плотности на данной глубине равна 2.9°C, эта холодная вода оказалась тяжелее окружающей со средней температурой 3.45°C, и она продолжила движение вдоль крутого склона, достигнув через 50 ч глубины 1362 м на расстоянии 3500 м от берега. Затем более 3 мес придонная температура оставалась ниже 3.2°C. Таким образом, было экспериментально установлено, что описанная выше вынужденная глубинная конвекция — основной механизм, обеспечивающий обновление и насыщение кислородом глубинных вод на Байкале [5].

Очевидно, что опускание поверхностных вод в придонную зону должно сопровождаться процессом подъема глубинных вод к поверхности, такие процессы апвеллинга действительно часто наблюдаются на Байкале. Они ярко проявляются как длительное понижение температуры воды в верхнем слое озера до температур, характерных для глубинной зоны. В результате апвеллинга даже в августе-сентябре на большой площади поверхности озера температура воды может опуститься до 4°C (рис.7) [6]. Апвеллинг на Байкале играет важную роль в термодинамических процессах и снабжении трофогенного слоя биогенными элементами из придонного слоя.

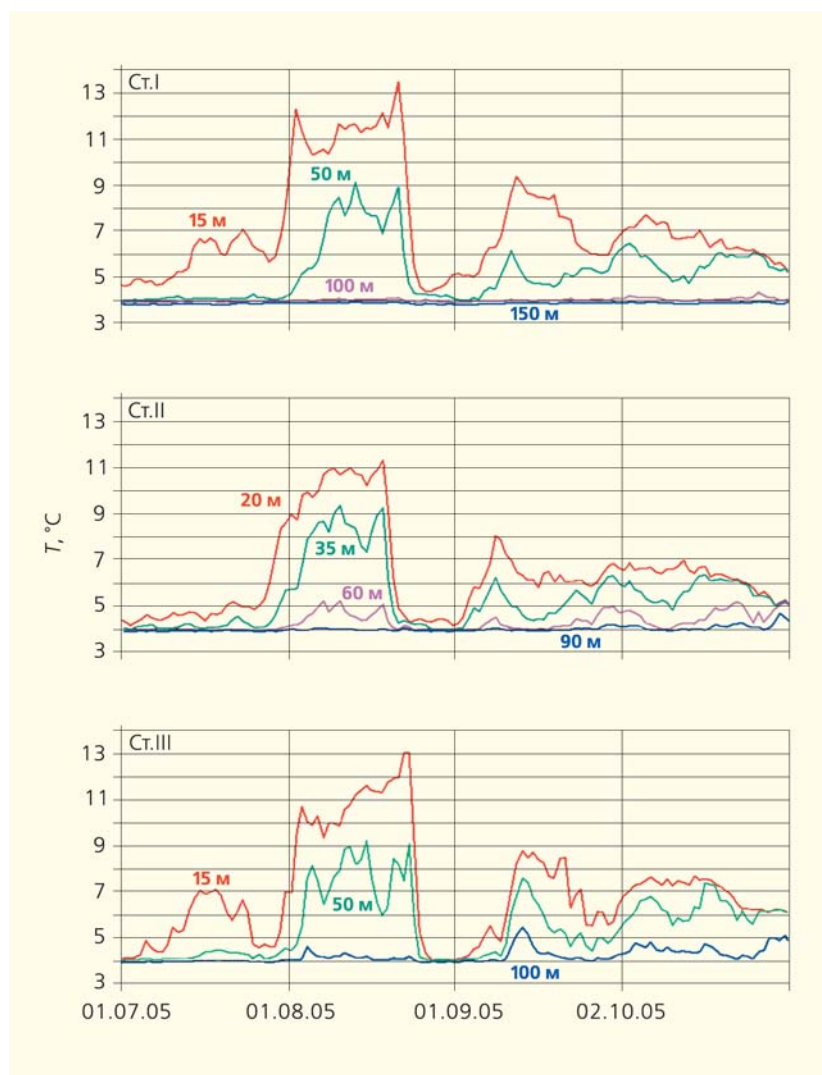


Рис.7. Температура в верхнем слое воды 1 июля — 1 ноября 2005 г. по данным приборов TR-1000, размещенных на трех буйковых станциях в районе Нейтринного телескопа НТ200 (южный Байкал). Отчетливо видно понижение температуры поверхностного слоя до 4°C в третьей декаде августа вследствие апвеллинга.

Другой режим — электромагнитный

Электромагнитное поле гидросферы может служить еще одним чувствительным индикатором различных динамических и физико-химических процессов, причем не только в самой гидросфере, но и в подстилающей литосфере, и в удаленных магнитосферно-ионосферных областях. Такая универсальность реакции электромагнитного поля — с одной стороны, достоинство, позволяющее ис-

пользовать поле для косвенного изучения множества процессов и структур, недоступных прямым наблюдениям, но с другой — недостаток, порождающий проблему разделения вкладов различных источников. Практическая постановка исследований впервые стала возможна на Байкале за счет объединения опыта и технологий глубоководных измерений, развитых в рамках Байкальского нейтринного проекта, и достижений теоретических и экспериментальных исследований

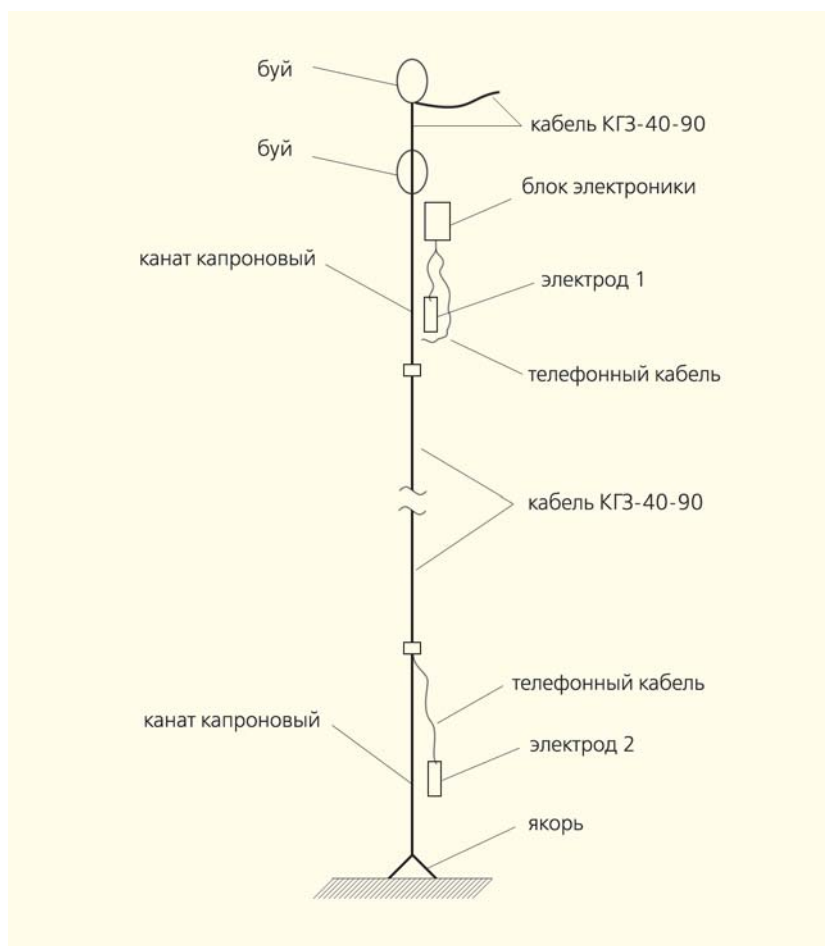


Рис.8. Блок-схема измерительной системы E_z , установленной в 2003 г.

природы и свойств геоэлектрического поля, выполненных в Центре геоэлектромагнитных исследований Института физики Земли РАН и в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН. Первые же глубоководные электромагнитные исследования на озере, проведенные с помощью измерительной системы, размещенной на притопленной буйковой станции, дали большой объем информации о гидродинамической и тектонической активности и первое экспериментальное подтверждение гипотезы о замыкании глобальной электрической цепи над разломными зонами.

Из шести компонент электромагнитного поля особым характером отличается вертикаль-

ная компонента электрического поля E_z . Вследствие крайне низкой проводимости нижней атмосферы (по сравнению с водным слоем) эта компонента практически лишена составляющей, которая связана с электрическими (теллурическими) токами, наводимыми вариациями магнитного поля Земли и текущими в земной коре. Поэтому E_z в основном определяется составляющей поля, индуцированной течениями в водоеме, причем независимо от подстилающего геоэлектрического разреза. Измеряя E_z (точнее, разность потенциалов) на максимальной межэлектродной базе поверхность—дно, можно с высокой точностью получать информацию о полном потоке воды — важнейшем гидрологическом параметре озера, который, од-

нако, трудно определить стандартными гидрологическими методами из-за сложности измерений скорости на множестве горизонтов и ошибок интегрирования. Но еще более важные задачи геоэлектромагнитных исследований на Байкале — изучение связей характеристик поля с тектоническими процессами в рифтовой зоне в непосредственной близости от глубоководных тектонических разломов и поиск возможностей использования данных о электромагнитном поле для прогнозирования землетрясений.

Первые длительные измерения E_z на большой базе в природном водоеме были начаты в оз.Байкал в 2003 г. с помощью измерительной системы, схематически изображенной на рис.8 [7]. Установка располагается на притопленной буйковой станции, установленной пятью километрами «мористее» Байкальского нейтринного телескопа. Она представляет собой вертикальную электрическую антенну, заземленную в воде двумя неполяризуемыми свинцовыми электродами площадью порядка 0.1 м^2 , размещенными на глубинах 50 и 1300 м (глубина в данном месте равна 1350 м). Блок электроники включает в себя прецизионный аналоговый усилитель, 24-разрядный аналого-цифровой преобразователь, часы реального времени, энергонезависимую память и микроконтроллер. Ресурс памяти и электропитания достаточен для автономной работы установки более 12 мес при работе в режиме «одно измерение в 10 с», относительная погрешность измерений поля порядка 0.1%. Для считывания информации и замены элементов электропитания ежегодно в марте проводится подъем станции до уровня расположения контейнера с блоком электроники.

На рис.9 показаны результаты спектрального анализа данных о E_z за 2003/2004 и 2007/2008 гг. (начало и конец наблюдений

в сериях в конце марта) в диапазоне периодов примерно от полусуток до 10 сут. Теллурическая составляющая в обеих сериях практически не проявляется, о чем свидетельствует полное отсутствие суточных вариаций, всегда наличествующих в магнитотеллурическом поле. Как и в большинстве акваторий, измеряемый сигнал в этом частотном диапазоне практически полностью обусловлен гидродинамической активностью в озере за счет магнитогидродинамического эффекта ($E_z = -v_y B_x$, где v_y — скорость течений, B_x — магнитное поле).

Основной внутрисуточный максимум вариаций E_z по периоду и амплитуде соответствует возникающим из-за действия силы Кориолиса инерционными колебаниями массы воды, теоретический период которых равен $T_T = 12/\sin\varphi = 15.286$ ч (в этой формуле $\varphi = 51^\circ 43'$ — географическая широта места измерений). В данных 2003/2004 гг. наблюдается отчетливый пик с периодом $T_s = 15.72$ ч, который несколько больше T_T (на 0.44 ч). Оценки показывают, что это расхождение может быть результатом вызываемого турбулентностью (коэффициент турбулентного трения $\sim 5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$) гидродинамического сопротивления, которое на три порядка величины выше сопротивления, которое порождается трением о дно. Усредненная по глубине амплитуда компоненты скорости вдоль береговых инерционных течений v_y , которая индуцирует компоненту электрического поля E_z при перемещении потока в магнитном поле $B_x \approx 19$ мкТл, может быть оценена по формуле $V_y = E_z/B_x$. В первой серии измерений (2003/2004) она составила 1.8 см/с, во второй (2007/2008) оказалась значительно выше (~ 3.3 см/с). Инерционный максимум в 2007/2008 гг. был сильно расщепленным из-за взаимодействия инерционного и более низкочастотных течений, амплитуда которых в тот период была

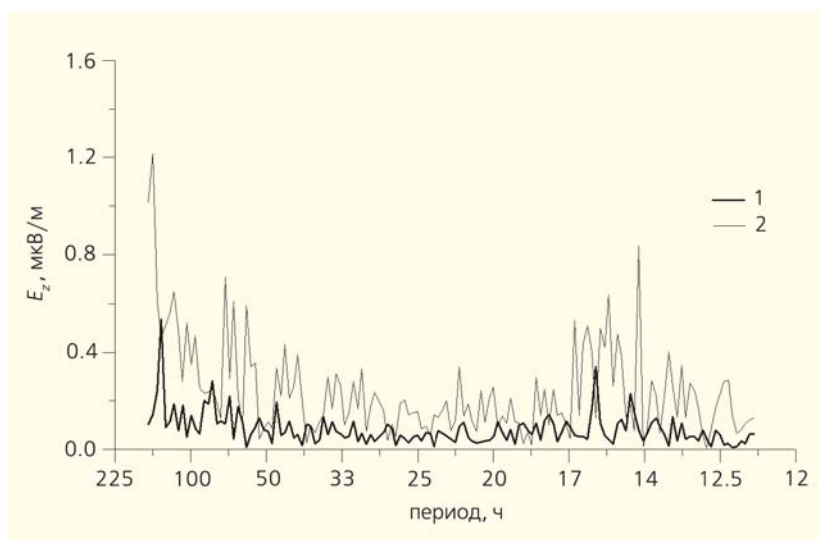


Рис.9. Амплитудные спектры E_z в диапазоне периодов 11.8—228 ч (1 — 2003/2004 гг., 2 — 2007/2008 гг.).

велика. Наличие такой модуляции инерционных колебаний синоптическими течениями с периодами 7—10 сут легко проверяется количественно. Действительно, крайняя левая (17 ч) и крайняя правая (14 ч) спектральные линии общего инерционного максимума соответствуют периоду модуляции 200 ч, что как раз равно периоду главного синоптического максимума в крайней левой части рис.9. Скорость синоптических течений (с периодом главного максимума 7—8 сут) по первой серии ~ 2.8 см/с, по второй ~ 6.3 см/с. Полученные оценки вполне соответствуют типичным и максимальным значениям средней по вертикали скорости течений в Байкале [8]. Различия спектров в двух сериях естественно объяснить повышенной гидрологической активностью в 2007/2008 гг., которая, в свою очередь, была связана с аномальными метеорологическими условиями на Байкале в этот период.

Заметим, что наблюдения инерционных течений с помощью длинной электродной линии интересны и поучительны сами по себе — до сих пор в океанологии было распространено мнение, что их когерентность

слишком низка, чтобы сказываться на полном потоке. Наши наблюдения убедительно показали, что они не только сказываются, но и позволяют сделать важные для гидродинамики оценки.

Спектральный анализ данных и расчет спектра методом глобального минимума (МГМ), который способен выделять гармоники с изменяющейся фазой и амплитудой, выявили ряд максимумов в области периодов 10—200 сут, весьма вероятно связанных с синоптическими течениями [9]. Однако имеются как минимум две особенности, с периодами порядка 27 и 140 сут, определенно связанные с другими источниками (рис.10). В Байкале не существует гидрофизических процессов с подобными периодами. Если все же предположить обратное, то для объяснения главного спектрального максимума (~ 4 мВ/км) с периодом около 140 сут, необходима совершенно нереалистичная для Байкала средняя скорость течений порядка 20 см/с.

Один из этих максимумов точно совпадает с периодом синодического вращения Солнца (27.27 сут). В физических индексах солнечной и магнито-

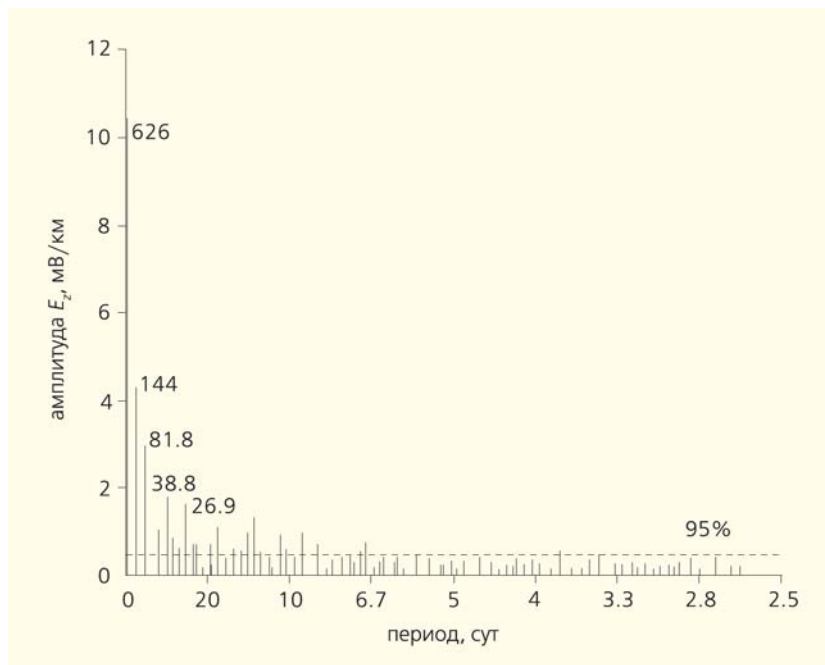


Рис.10. Спектр E_z на Байкале, полученный методом глобального минимума. Горизонтальная линия указывает 95-процентный статистический доверительный уровень спектральных линий (вероятность того, что колебание с указанной амплитудой является сигналом). Цифры у спектральных пиков — периоды (в сутках), которые хорошо известны и были обнаружены ранее у различных индексов солнечной активности и параметров солнечного ветра на орбите Земли.

сферно-ионосферной активности (например, в потоке солнечного радиоизлучения, электронной концентрации) синодический период вращения Солнца всегда промодулирован более длиннопериодными процессами, поэтому расщепление спектра E_z на рис.10 на линии 38.8 и 26.9 сут совершенно естественно.

В 1984 г. Е.Ригер опубликовал результаты наблюдений рентгеновских и гамма-вспышек на Солнце, в частоте появления которых была выявлена 150-суточная периодичность [10]. Впоследствии многие исследователи обнаружили в других процессах солнечно-земной физики временные зависимости (различных индексов солнечной активности, величины межпланетного магнитного поля, параметров солнечного ветра) с характерным периодом порядка 150 сут, часть которых имела меняющуюся периодичность.

Важный вопрос состоит в том, как солнечная активность может влиять на E_z , в то время как теллурическая составляющая практически отсутствует в данных? Единственное возможное объяснение появления в сигнале составляющих с «солнечными» периодами — влияние Солнца на состояние тропосферы и ионосферы, в том числе на их проводимость, что сказывается на параметрах замыкания глобальной электрической цепи. Хотя в результате дискуссии 70-х годов о первичной гальванической моде в E_z ее существование было, как казалось, полностью отвергнуто, в современной планетарной геофизике оно уже — признанный факт. В настоящее время установлено, что проводимость атмосферы крайне изменчива, в частности, она понижается под воздействием жесткой компоненты излучения солнечных вспышек. Обнаружены три вида

токов: смещения, проводимости, конвекционный, и только первый из них на длинных периодах заведомо мал. Все три вида токов зависят от волновой и корпускулярной компонент солнечной активности. Наконец, проводимость атмосферы существенно понижается над активными разломами — в результате эманации радона-222. Байкальский рифт представляет типичную зону такого рода. Эти факторы вполне могут обеспечить плотность тока замыкания порядка 10^{-8} А/м² (при типичном невозмущенном значении 10^{-10} А/м²), достаточную для объяснения существования обнаруженных долгопериодных вариаций E_z .

Землетрясение подает сигнал

Основным начальным мотивом изучения геоэлектрического поля на Байкале был поиск сигналов сейсмоэлектрической природы, поскольку известно, что именно вертикальная составляющая электрического поля E_z наиболее адекватна этой задаче [11]. 27 августа 2008 г. в 1 ч 35 мин 30 с мирового времени произошло сильное землетрясение с эпицентром на горизонтальном расстоянии от установки в 16.4 км. Глубина гипоцентра — 17 км, магнитуда — 5.9—6.4 балла. На рис.11 показан график изменения электрического поля по мировому времени в течение нескольких ближайших к событию суток. Видно, что около полудня 26 августа началось быстрое усиление отрицательной E_z -компоненты поля, которое продолжалось около 15 ч — до первого толчка. Усиление поля заканчивается исключительно острым обособленным всплеском, эффектом уже непосредственно землетрясения. Полное увеличение напряженности составило 34 мкВ/м (она стала в 6.4 раза выше фонового уровня). Из них 25 мкВ/м составляет итого-

вое предварительное увеличение и 9 мкВ/м — величина самого эффекта. После землетрясения поле в течение 4 сут релаксировало к фоновому уровню. Поскольку заключительный всплеск не является продолжением общего многочасового усиления поля, очевидно, что механизмы генерации опережающей вариации и самого эффекта землетрясения различны.

Наиболее вероятен фильтрационный (электрокинетический) механизм генерации 15-часового предвестника, связанный с увеличением скорости фильтрации подземных вод при возрастании порового давления перед землетрясением. Преимущество использования E_z по сравнению с остальными компонентами электромагнитного поля — наивысшее отношение сигнал/шум, недостаток — сосредоточенность аномалии в зоне непосредственно над источником. В данном случае измерения выполнены в эпицентральной зоне, поэтому это условие выполнялось.

Непосредственный эффект землетрясения может быть объяснен индукцией при движении среды в горизонтальной компоненте магнитного поля B_x : $E_z = -v_y B_x$. В месте наблюдений $B_x \approx 19$ мкТл, что дает при $E_z = 9$ мкВ/м вполне реалистичную для 6-балльного землетрясения оценку скорости v_y около 50 см/с.

Хотя начало изменения поля, опережающее землетрясение на 15 ч, служит его предвестником, для уверенной диагностики такого изменения в режиме реального времени требуется, как видно из рис.11, примерно 5–6 ч. Поэтому практически достижимая заблаговременность не превысит 10 ч. С целью поиска более ранних предвестников была тщательно изучена запись E_z за предшествующий период (с начала года) в сравнении с записями за предыдущие годы.

На рис.11 в предшествующие землетрясению 2–3 сут можно заметить «размытость» записи на

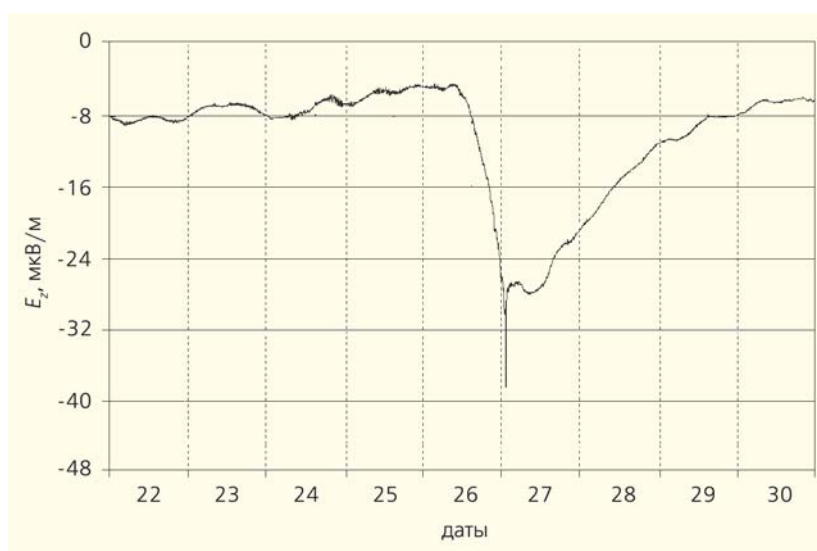


Рис.11. Вертикальное электрическое поле на базе 1250 м (среднеминутные данные). Момент землетрясения 27 августа 2008 г. соответствует минимуму (пику) кривой.

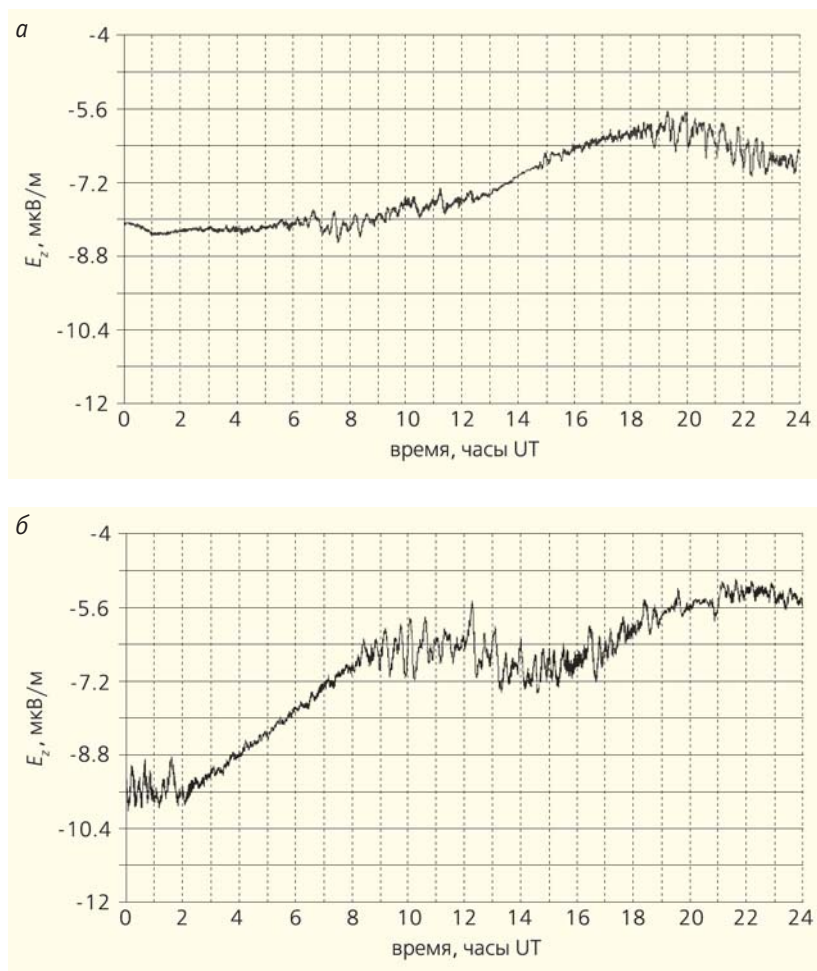


Рис.12. Предвестники землетрясения (10-секундные данные): а — за 3—2 сут (24 августа 2008 г.), б — за 2—1 сут (25 августа 2008 г.).

некоторых участках. На рис.12 эти участки показаны с максимальным разрешением (10 с). Примерно за трое суток до землетрясения начинают наблюдаться «цуги» правильных колебаний с периодом около 90 с. По мере приближения землетрясения амплитуда пульсаций от серии к серии нарастает примерно от 1 до 2 мкВ/м. Поскольку вертикальная электродная база в месте ее установки полностью нечувствительна к магнитотеллурическому шуму, а магнитогидродинамический шум имеет гораздо более длинный период, обнаруженное явление

достоверно имеет тектоническую природу.

Хотя физический механизм генерации обнаруженных колебаний пока неясен, можно предполагать, что ранние и поздние предвестники имеют различную морфологию и, очевидно, различный механизм генерации. Ранние предвестники появляются примерно за 3 сут до события и представляют собой необычные правильные пульсации, подобные которым не обнаруживались ранее, в предыдущие четыре года наблюдений на стационарной установке. Поздний предвестник представляет

многократное усиление E_z , развивающееся в течение примерно 15 ч перед землетрясением.

Положительные результаты выполненных исследований стали основанием для разработки более совершенной глубоководной системы для экспериментального наблюдения геоэлектромагнитного поля в режиме мониторинга и изучения асинхронных связей характеристик поля с гидродинамическими и тектоническими процессами в оз.Байкал, а также для разработки методов прогностического применения результатов исследований. ■

Литература

1. *Belolaptikov I.A. et al.* The Baikal underwater neutrino telescope: design, performance, and first results // *Astroparticle Physics*. 1997. V.7. P.263.
2. *Markov M.A.* On high energy neutrino physics // *Proc. 1960 Annual Int. Conf. on High Energy Phys. Rochester*, 1960. P.578.
3. *Evstafev V.K., Bondarenko N.A.* Standing wave model of the long-term phytoplankton dynamics in lake Baikal // *Biophysics*. 2000. V.45. №6. P.1056–1062.
4. *Weiss R.F., Carmack E.C., Koropalov V.M.* Deep-water renewal and biological production in lake Baikal // *Nature*. 1991. V.349. P.665–669.
5. *Schmid M.* Lake Baikal deepwater renewal mystery solved // *Geophysical research letters*. 2008. V.35. P.L09605 (doi:10.1029/2008GL033223).
6. *Троицкая Е.С. и др.* О случаях прибрежного апвеллинга в южном Байкале по измерениям температуры на буйковых станциях в районе нейтринного телескопа // *Selected Papers International Conference Fluxes and Structures in Fluids*. 2007. St.-Petersburg, Russia, July 02–05, 2007. СПб., 2008. С.260–264.
7. *Шнеер В.С., Гайдаш С.П., Трофимов И.Л. и др.* Долговременные наблюдения вертикальной компоненты электрического поля в озере Байкал // *Физика Земли*. 2007. №4. С.71–75.
8. *Верболов В.И.* Течения и водообмен в Байкале // *Водные ресурсы*. 1996. Т.23. №4. С.413–423.
9. *Кузнецова Т.В., Цирульник Л.Б., Петров В.Г.* Изменение межпланетного магнитного поля в различной области периодов по данным измерений во время космической эры // *Известия Академии наук, серия «Физическая»*. 2000. Т.64. №9. С.1880–1886.
10. *Rieger E., Share G.H., Forrest D.J. et al.* A 154 day periodicity in the occurrence of hard flares // *Nature*. 1984. V.312. P.625–627.
11. *Добровольский И.П.* Теория подготовки тектонического землетрясения. М., 1991.
12. *Кортаев С.М., Шнеер В.С., Гайдаш С.П. и др.* Эффект и предвестники землетрясения 27.08.2008 в вертикальной компоненте электрического поля в озере Байкал // *Доклады Академии наук*. 2011. Т.438. №5. С.683–686.

Как пишется биография нашей планеты?

В.А.Захаров

Биография Земли по существу пишется так же, как биография человека. В самом деле, рассказывая о себе, каждый из нас начинает с дня рождения. Затем мы указываем год поступления в школу, колледж, университет или на производство и т.д. Излагая автобиографию, мы отмечаем физическое время переломных событий, можно сказать, официальные вехи нашей жизни. Но ведь нередко, особенно в кругу близких людей, вспоминая важные события жизни, мы не пользуемся датами, а говорим: «Это было еще в начальной школе», или: «Помню, как-то в институте...», или: «Когда я работал (или отдыхал) там-то и с тем-то...».

Так и биографию Земли можно писать двумя способами. Можно сказать: Земля «родилась» более 4.5 млрд лет назад; спустя полмиллиарда лет в водоемах планеты начали формироваться осадочные породы; возможно, 3.7 млрд лет назад в Мировом океане появилась жизнь; 2 млрд лет назад произошло первое глобальное оледенение, около 650 млн лет назад появились первые многоклеточные организмы, 90 млн лет назад возник Атлантический океан и т.д. Время событий в цифрах определяется физическими методами на основе изучения результатов спонтанного распада изотопов радиоактивных элементов — урана, тория, калия, углерода и др. Однако



Виктор Александрович Захаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом стратиграфии Геологического института РАН, специалист в области палеонтологии, стратиграфии, палеоклиматологии и палеогеографии бореального мезозоя. Заслуженный деятель науки РФ. Постоянный автор «Природы».

В ноябре Виктору Александровичу исполнилось 75 лет. Редакция поздравляет юбиляра и желает ему здоровья, творческих удач, благополучия и новых публикаций в нашем журнале.

этот способ изложения не всегда устраивает геологов. Дело в том, что многие события на Земле происходили в течение длительного времени, они начинались и заканчивались не внезапно, а постепенно, исподволь. Даже в миллионах лет определить их начало и конец очень трудно, часто невозможно. О другом способе изложения биографии нашей планеты мы расскажем ниже.

Время в геологии

Геологи задолго до того, как были открыты методы определения абсолютного возраста пород, писали биографию Земли на основе изучения следов важнейших событий. К таким глобальным событиям относятся: эпохи осадконакопления, колебания

климата (оледенения), складчатость и горообразование, активизация вулканизма и магматизма, образование суперматериков и их раскол и раздвижение, смена магнитной полярности, падение крупных астероидов, эволюционные перестройки органического мира. Можно было бы назвать еще много разных событий такого же или меньшего масштаба. Все они оставили свои следы на Земле. Изучая их последовательность, геологи делали заключения о том, какие из них произошли раньше, какие позже, а какие одновременно. Так родилось представление об относительном геологическом времени. Возрастающие экономические потребности человечества заставляли разрабатывать более детальное геологическое летоисчисление. Но последствия таких грандиозных событий, как

магмообразование, горообразование, осадконакопление и многие другие, охватывают слишком большие диапазоны времени. А главное, что эти явления часто не были специфичными в истории Земли. Например, древние и относительно молодые гранитные породы или песчаники невозможно (или почти невозможно) различить визуально. Дислокации пород древней каледонской и молодой альпийской эпох складчатости в ряде мест выглядят совершенно одинаково. Ученые перебрали все возможные способы маркировки относительного геологического времени и пришли к выводу, что наиболее надежным, простым, дешевым и (что очень важно) оперативным способом является сравнение окаменелостей — остатков организмов, обитавших в морях и на континентах.

Нет геологии без палеонтологии

Сначала обратили внимание на то, что в лежащих друг на друге слоях осадочных пород, как правило, заключены разные окаменелости. Затем убедились, что породы, содержащие остатки одних и тех же организмов, принадлежат к одним и тем же слоям. Стало быть, повсюду породы с одинаковыми окаменелостями формировались в одно время. Позднее геологи и палеонтологи пришли к выводу, что в нижележащих слоях остатки организмов заметнее отличаются от современных, чем в перекрывающих. Другими словами, чем выше в осадочных напластованиях лежат слои, тем больше окаменелые остатки организмов напоминают нынешнюю флору и фауну. На основании особен-

ностей состава окаменелостей были выделены крупные этапы развития органического мира: криптозой (эра скрытой жизни), палеозой (эра древней жизни), мезозой (эра промежуточной, средней, жизни), кайнозой (эра новой жизни). Эры разделили на периоды (от древних к молодым) — эдиакарский (вендский), кембрийский, ордовикский и др., а периоды — на эпохи и века. Все они разным цветом показаны на современной международной шкале геологического времени. В такие же цвета окрашены мелкомасштабные геологические карты.

В настоящее время детальность определения геологического возраста горных пород настолько возросла, что внутри веков выделяются зоны по группам фауны или флоры (временные фазы). Фаза — время существова-

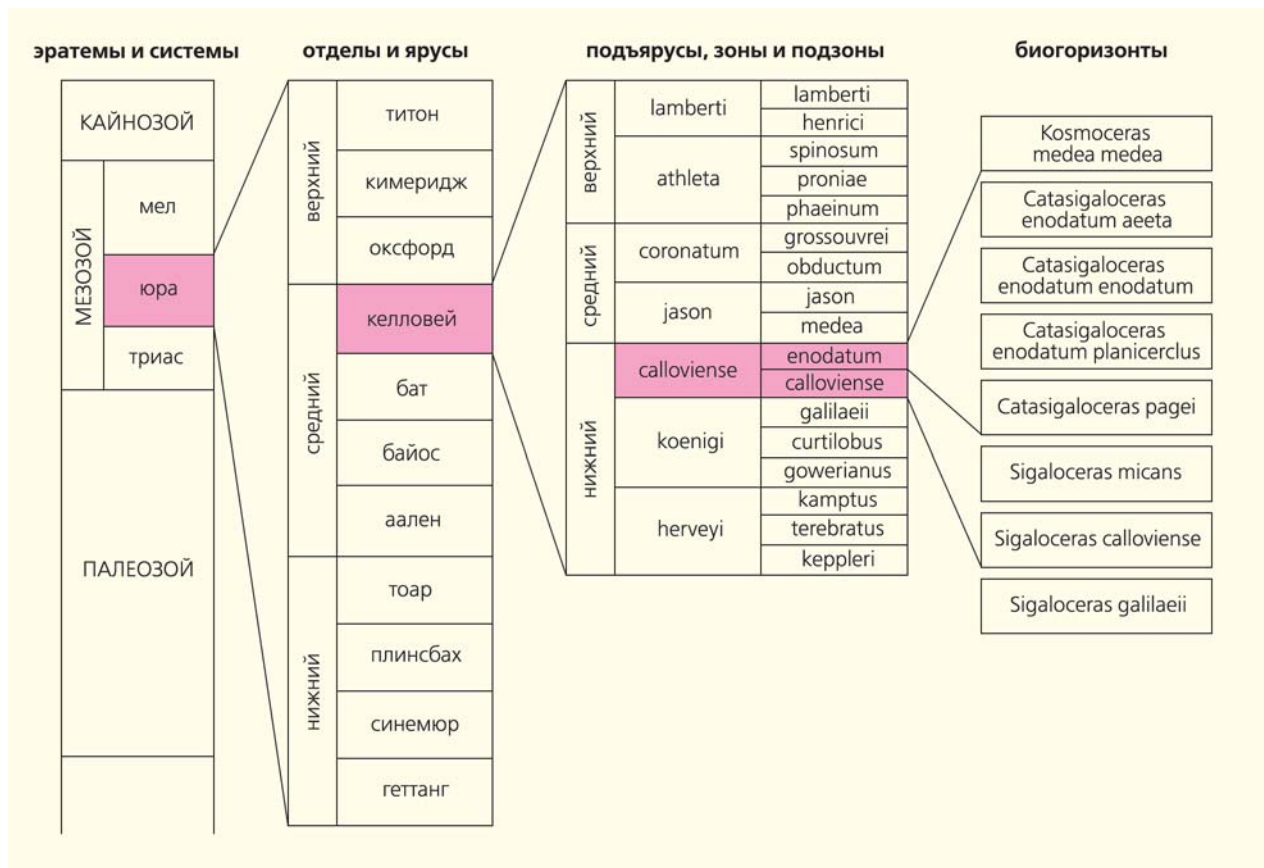


Рис.1. Фрагмент геохронологической шкалы. Приведена схема детализации шкалы келловейского яруса (подъярусы, зоны, подзоны и биогоризонты) юрской системы. На основе биостратиграфического метода проводилось исследование развития во времени (филогенезов) и расселения по акваториям (миграций) аммонитов.

ния одного вида, или их группы, или рода животных. В последние два десятилетия биостратиграфы выделяют еще более детальные биостратоны [1] — биогоризонты (рис.1). Способ определения геологического времени по остаткам организмов опирается на фундаментальные представления теории, обоснованной еще Ч.Дарвином, который доказал, что биологическая эволюция поступательна и необратима. Это означает, что любая биологическая единица (таксон) — вид, род, семейство — появилась на Земле в определенное время, расселилась, а затем вымерла. Таким образом, остатки любого таксона характеризуют строго определенный этап истории Земли. Самый минимальный по времени интервал, который в состоянии определить палеонтолог в палеозое, мезозое и большей части кайнозоя в среднем исчисляется несколькими сотнями тысяч — миллионом лет. Такой точностью не обладают никакие другие методы определения геологического возраста.

Физические методы определения возраста

Итак, по следам биологического события (первого появления таксона, его расцвета, вымирания) устанавливаются границы наименьшего биостратона. В био-стратиграфии эта элементарная единица названа зоной [2]. Как правило, зона выделяется в разрезе пластующихся осадочных пород и прослеживается в пределах определенной площади — региона (например, Среднерусского, Западно-Сибирского и др.). В редких случаях она устанавливается в полуглобальном пространстве. Обычно уровень зоны прослеживается путем трансляции ее признаков от региона к региону. Так формируется представление о хронозоне — едином временном интервале геологического разреза в отдаленных регионах. Сумма зон формирует следующую по

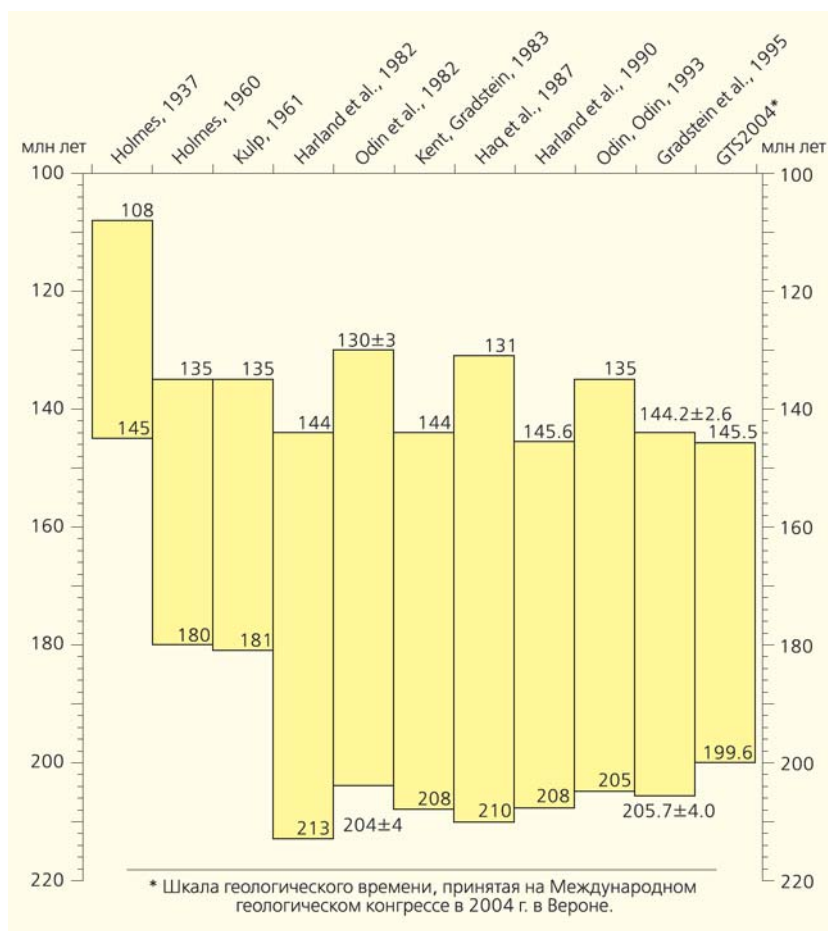


Рис.2. Изменение взглядов на возраст границ юрской системы и временные интервалы точности определения возраста изотопными методами в мезозое [3, 4]. Разница в датировках нижней и верхней границ юрской системы, рассчитанная на основе хронометрических (изотопных) методов, по данным разных авторов, достигает 15 млн лет.

рангу стратиграфическую единицу — ярус. Сумма ярусов образует отделы и систему. Таким образом создавались стратиграфическая шкала и ее временной эквивалент — линейка геологического времени (фаза—век—эпоха—период). Возникает естественный вопрос: а как же методы определения абсолютного возраста пород? Ведь с их помощью фиксируется конкретное (ньютонское) время в числах, в годах! Да, действительно, параллельно со стратиграфической существует шкала абсолютного возраста. На геохронологической схеме она градуирована, как школьная линейка: одно деление равно 1 млн лет. Однако такая линейка по точности определения

геологического возраста сильно уступает био-стратиграфической: для палеозоя, например, в 10—15, а для мезозоя — в 5—10 раз (рис.2). Еще значительнее разбросы абсолютного исчисления в докембрии: в археозое — сотни миллионов лет, в протерозое — многие десятки.

И все же именно для докембрия, так же, как и для заключительного этапа истории Земли — четвертичного периода, или антропогена, — абсолютные показатели возраста пород наиболее важны. Почему? Да потому, что в докембрии в течение почти 3 млрд лет преобладала не морфологическая, а биохимическая эволюция: становление и развитие прокариот и од-

ноклеточных кариот. Антропоген же продолжается всего менее 3 млн лет. За столь короткое в геологическом смысле время морфогенез у беспозвоночных животных (наиболее распространенных в земных слоях) проявился не слишком ярко.

Таким образом, палеонтологический метод определения геологического возраста эффективен только для фанерозойского этапа истории Земли, который начался примерно 570 млн лет назад. Кажется, это совсем немного для нашей планеты, возраст которой, как было сказано, превышает 4,5 млрд лет. Формально такой вывод верен. Однако сейчас и в обозримом будущем основные геологические работы будут сосредоточены именно на фанерозойском этапе истории Земли. Достаточно сказать, что 100% угля и 95% разведанной нефти сосредоточены в недрах фанерозойской эонотемы. Весьма драматическая история четвертичного периода может оказаться еще и полезной для прогноза ближайшего геологического будущего нашей планеты.

Какой метод предпочтительней?

С большой долей вероятности можно предположить, что далекие от геологии люди при опи-

сании биографии Земли отдадут предпочтение методам абсолютной хронологии. Что может быть убедительнее и понятнее цифровых датировок событий? Сторонникам иного подхода достаточно, казалось бы, сослаться на разную в цифрах при определении границ геологических систем, выполненных в разных лабораториях мира. Эти результаты красноречиво свидетельствуют о существенных недостатках метода абсолютной геохронометрии. Описание последовательности событий в истории Земли традиционными методами выглядит предпочтительнее. Кто же прав? Ответ прост: оба подхода к датировкам геологических событий должны находить и находят свое место в шкалах геологического времени. Однако функции их различны. В основе изложения геологической истории лежит хронология событий, записанная на базе относительного геологического времени: раньше, позже, одновременно. Радиохронометрия позволяет судить о продолжительности каждого из последующих событий. Эти разные функции шкал на примере истории человечества образно описал один из крупнейших палеонтологов-биостратиграфов XX в. О.Шиндевольф: «Хронологическое подразделение истории человечества производится по событиям,

считающимся поворотными моментами истории. Доисторический период мы разделяем на палеолит... мезолит и неолит (медный, бронзовый и железный века). Последующая история человечества расчленяется на древнюю, Средних веков и новую, с эпохами Гуманизма, Ренессанса, Реформации. Дальнейшее деление производится по времени правления определенных династий, исторически значимым войнам, революциям и т.п. Но... можно было бы принять и чисто абстрактное хронологическое подразделение на годы и столетия» [5]. Однако, как справедливо заметил другой выдающийся геолог и палеонтолог Б.С.Соколов, границы отмеченных событий «достаточно подвижны и условны... Если бы в практических целях оказалось совершенно необходимым определить жесткие хронологические границы Ренессанса, то нам, возможно, не оставалось бы ничего другого, как связать его начало... с рождением Петрарки — 1304 годом» [6]. Очевидно, что взятые отдельно от событий годы и столетия не дали бы представления об истории человечества. Примерно так же обстоит дело и с биографией Земли: абсолютные датировки важны лишь для оценки продолжительности событий. О самих событиях и их взаимосвязи хронометрия информации не дает. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-05 00456.

Литература

1. Киселев Д.Н. Зоны, подзоны и биогоризонты среднего келловя Центральной России // Спец. вып. трудов ЕГФ ЯГПУ. 2001. №1.
2. Gulyaev D.B., Kiselev D.N., Rogov M.A. Biostratigraphy of the upper boreal bathonian and callovian of the European Russia / Ed. L.Martire // 6th International symposium on the jurassic system, September 12—22, 2002. Palermo, 2002. P.81—82.
3. Gradstein F.M., Ogg J.G., Kranendonk M.van. On the geologic time scale 2008 // Newsletters on Stratigraphy. 2008. V.43. №1. P.5—13.
4. <http://stratigraphy.org>
5. Шиндевольф О. Стратиграфия и стратотип. М., 1975. С.20.
6. Соколов Б.С. Биохронология и стратиграфические границы // Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1971. С.176.

Мамонт и человек на путях в Северную Европу

...Откуда взялись толь многие слононые кости чрезвычайной величины в местах к обитанию им не удобных, а особливо в полуночных суровых краях сибирских, и даже до берегов пустозерских.*

М.В.Ломоносов. «О слоях земных». 1763 г.

А.А.Никонов, Л.Д.Флейфель

Проникновение древнего человека в Субарктику, приполярные и заполярные широты — тема, углубляющаяся по мере накопления фактического материала. На сегодняшний день нам известно многое о путях миграций древних людей и их стоянках на территории Сибири и крайнего северо-востока России. Однако большая часть Северной Европы, если говорить об освоении ее людьми палеолита и, в меньшей степени, мезолита, остается белым пятном [1].

До сих пор самыми северными из датированных остатков мамонта считаются находки (причем вместе со следами деятельности человека) на крайнем северо-востоке Европы — это местонахождение Мамонтова Курья в верховьях р.Печоры. Серийные датировки радиоуглеродным и термолюминесцентным методами показали возраст от 40—38 тыс. лет. Долгое время существовали представления о единственности восточноевропейского пути проникновения верхнепалеолитического человека в Арктику вдоль долины р.Камы в бассейне р.Печоры. Только в последние годы появились скромные, но обнадеживающие признаки возможного раннего проникновения «охотников на мамонта» вслед за миграциями животных мамонтового ком-



Андрей Алексеевич Никонов, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН. Область научных интересов — сейсмо-тектоника, палеосейсмичность, природные опасности. Постоянный автор «Природы».



Лейла Джабаровна Флейфель, научный сотрудник лаборатории палеогеодинамики того же института. Автор и соавтор нескольких научных публикаций. Область научных интересов — современные движения земной коры, палеогеография.

плекса западными путями. Немаловажным в прояснении путей переселения человека становится рассмотрение миграций мамонта на Европейский Север, которые происходили в соответствии с менявшимися в позднем плейстоцене ландшафтно-климатическими условиями и в первую очередь — с чередованием ледниковых и межстадиальных эпох.

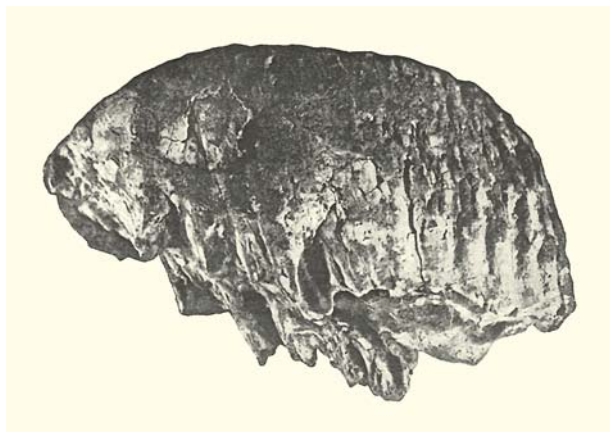
Сегодня в дополнение к известным ранее находкам остатков животных мамонтового комплекса в Фенноскандии [2] появился ряд новых, в том числе с радиоуглеродными датировками, и не только в зарубежной, но и в российской ее части [3, 4]. О них и пойдет речь.

* Пустозёрск (67°32'11"с.ш., 52°35'11"в.д.) — исчезнувший город в нижнем течении р.Печоры, недалеко от г.Нарьян-Мара.

Древнее древнего

Не так давно считалось, что на Европейском Севере России, особенно на Кольском п-ове, в Карелии и Архангельской обл., т.е. в области развития последнего оледенения, не описаны находки остатков мамонта. По крайней мере сведений о них в обобщающих публикациях не было. Однако такая находка была. Остатки мамонта найдены в 70-х годах XX в. на юге Кольского п-ова, в долине р. Варзуги. Два верхних коренных зуба и мелкие обломки костей находились на высоте 1.5 м над уровнем реки в морских отложениях под мореной валдайского оледенения, в так называемых понойских слоях. Эти слои относятся к бореальной трансгрессии, выделяемой между двумя последними оледенениями. Остатки мамонта оказались в морских осадках в результате переотложения (на что указывает и окатанность зуба мамонта). Судя по комплексам диатомовых водорослей и морских моллюсков в слоях, речь идет о сублиторальной фации. Следовательно, перенос произошел с ближайшего берега на расстояние, вряд ли превышающее несколько десятков-сотен метров по латерали.

В 70-х годах по раковинам моллюсков была получена неконечная датировка ≥ 43 тыс. лет назад ^{14}C [5]. Точный возраст остатков мамонта из этих отложений палеонтологами определялся разноречиво: от средневалдайского до микулинского времени, т.е. с разницей до 100 тыс. лет. Однако когда понойские глины и перекрывающие их пески в варзугском и соседних разрезах удалось датировать оптико-люминесцентным методом (ОСЛ) и методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), возраст их верхней части оказался... 104—103 тыс. лет [6]. Время обитания животного должно быть еще более ранним, чем возраст вмещающих слоев, тем более их верхней части. По определению В.И. Гро-



Правый верхний зуб мамонта (сильно окатанный) из прибрежной фации понойских слоев у Клетного порога в низовьях р. Варзуги на юге Кольского п-ова.



Фрагмент челюсти мамонта из отложений ленинградского мегаинтерстадиала в карьере Келколово (Принева низменность). Радиоуглеродный возраст 33.3 ± 0.7 тыс. лет.

Фото А.А.Никонова

мова и Э.А. Вангенгейм, мы имеем дело с мелкой формой мамонта *Mammuthus primigenius* Blum., наиболее древнего во всем ареале этих животных в Северной Евразии.

Спорово-пыльцевой анализ образцов из нижней части понойских глин показал, что животное обитало в сосново-березовых редкостойных лесах с напочвенным покровом из зеленых мхов [5]. Здесь, вблизи Полярного круга, мамонт мог жить в начальную фазу бореальной (мгинской, эемской) трансгрессии или непосредственно перед ней, до отраженного в спорово-пыльцевых спектрах более высоких слоев оптимума межледникового.

Столь древняя датировка слоев у контакта с содержавшими остатки мамонта слоями не может считаться невероятной, если знать, что в долине Гудбрансдален (Норвегия) костные остатки мамонта обнаружены в 18 районах и немалая их часть имеет возраст 105—95 тыс. лет. Ранее в эемских отложениях была известна только одна находка остатков млекопитающих — это обнаруженная в Дании кость оленя (кстати, раздробленная палеолитическим человеком).

Популяция мамонта, вероятно, могла проникнуть на юг Кольского п-ова до максимума бореальной трансгрессии, затопившей бассейн современного Белого моря с побережьями около 125—110 тыс. лет назад. В этом случае миграция животных мамонтового комплекса по территории современной Карелии в Арктику могла состояться вслед за сокращением ледникового покрова московского оледенения. Можно допустить, что в это вполне благоприятное и для людей время они могли проникать вслед за мамонтом в столь высокие широты. Однако шансы обнаружить здесь следы пребывания палеолитического человека очень малы ввиду специфики последующих природных событий на Кольском п-ове, связанных с экзарационной деятельностью последнего покровного оледенения.

В то время, когда в средней Европе жили мустьерцы и кроманьонцы...

Следующая волна проникновения людей на север Европы западным путем могла возникнуть во время средневалдайского мегаинтерстадиала (49–23 тыс. лет назад). Отложения этого времени, в том числе датированные, ныне известны во многих местах на огромном пространстве от Белоруссии и Эстонии до северной Финляндии и Карелии, и восточнее — от юга Ленинградской обл. до севера Вологодской. В это время в полосе от 58 до 63° с.ш. накапливались не только водные, но и континентальные отложения. Здесь, в том числе и в пределах России, имеется немало мест, где в разрезах найдены остатки торфа, древесных растений и наземных животных (включая мамонта) возрастом от 24,5 до 46 тыс. лет.

Обнаруженные в Вологодской обл., в низовьях р. Мологи, зубы мамонта имеют возраст >40 тыс. лет [7], а неподалеку, на широте около 59°, грудная клетка и зубы мамонта найдены вместе с каменными орудиями. Растительные остатки из средневалдайского аллювия восточнее Рыбинского водохранилища получили датировку 34 360±400 лет назад [8]. Возраст единичного зуба мамонта, найденный значительно севернее, на Ладожском озере (61° с.ш.), как и бивня мамонта в восточной Карелии, у оз. Колдозеро, превышает 40 тыс. лет [3, 9].

Особо отметим находки остатков мамонта в западной Карелии, у г. Костомукши (64,6° с.ш.) [9] и в Заонежье (62° с.ш.). Здесь бивни мамонта имеют возраст 25 990±470 лет [9] и 38 900⁺⁷⁰⁰₋₅₅₀ лет [4] соответственно. Последнее местонахождение примечательно тем, что в песчаном карьере под мореной последнего оледенения обнаружена большая часть скелета мамонта, а найденный там же в следующем году бивень сохранил следы обработки его человеком, современником гибели животного*. Сотрудник экспериментально-трассологической лаборатории Института истории материальной культуры РАН А.К. Филиппов выполнил анализ бивня и выдал следующее заключение: «На поверхности бивня, на слегка выпуклом участке, видны следы древнего абразивного стирания, произошедшего в процессе перемещения в слое. В 1,5 см от них в поперечном направлении имеются волосообразные беспорядочные линейные следы, напоминающие результат скобления каменным зубчатым лезвием и отличающиеся от естественных продольных плоскостей по самому краю, указывающие, несмотря на отсутствие в результате окатанности линейных следов, на операцию пиления. На другой, проксимальной, части видны элементы рубки — неясные заглаженные

* Заметим, что ближайшая находка кости мамонта с насечками в бассейне р. Сейм отстоит почти на 10° к югу, к тому же остатки животного здесь на 15 тыс. лет моложе.



Фрагмент бивня мамонта из подморенных песков в Заонежье. Радиоуглеродный возраст 38,9±0,7–0,5 тыс. лет.

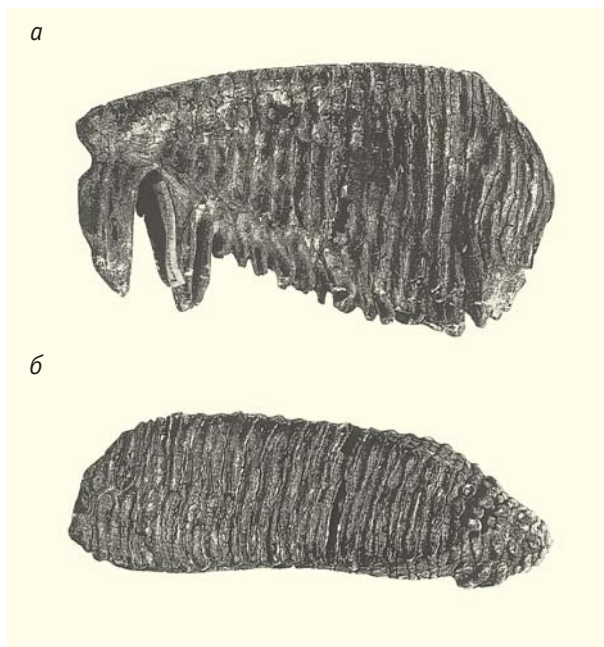
Фото А.А. Никонова

следы затесов. Патина, покрывающая бивень, возникла ранее следов производственной деятельности человека, но процесс отчленения куска хронологически близок ко времени существования самого мамонта» [4]. Отметим, что последняя часть заключения принципиально важна как сопрягающая время гибели животного и воздействия на него древнего человека.

Более поздние даты получены по остаткам мамонта в южной и средней Финляндии на широтах 60° (23,3 тыс. лет назад) и 63° (22,4 тыс. лет назад) [10]. А брянская интерстадиальная ископаемая почва теперь известна в Вологодской обл. (около 59° с.ш.). Возраст бивня мамонта, найденного в средней Карелии (64,6° с.ш.), составил 26,0±0,5 тыс. лет ¹⁴C. Все эти определения, а также остатки северного оленя возрастом 34,3^{+1,4}_{-1,4} тыс. лет ¹⁴C в северной Финляндии (65,9° с.ш.) [11] позволяют обоснованно считать и северную Фенноскандию безледной в период по крайней мере 35–23 тыс. лет назад.

Кстати, в 1874 г., когда еще господствовала делювиальная гипотеза и считалось, что вся Финляндия покрывалась обширным водоемом — то ли огромными озерами, то ли морем, — в немецком научном журнале появилась заметка о находке «гигантского зуба мамонта» в северной Финляндии, на берегу оз. Ливоярви в округе Куопио. Заметка, в правдивости которой сомневаться не приходится, интересна не только тем, что это первая подобная находка в стране и на такой высокой широте, но и тем, что с тех пор на нее не появилось ни одной ссылки и в каталогах она не значится. Вероятно, находка затерялась и потому не датирована, в отличие от многих других в Финляндии. Зато датирована другая находка вблизи Ботнического залива — немного южнее, на р. Йюки, — здесь зуб мамонта из песчаной толщи получил возраст 31,9 тыс. лет [10].

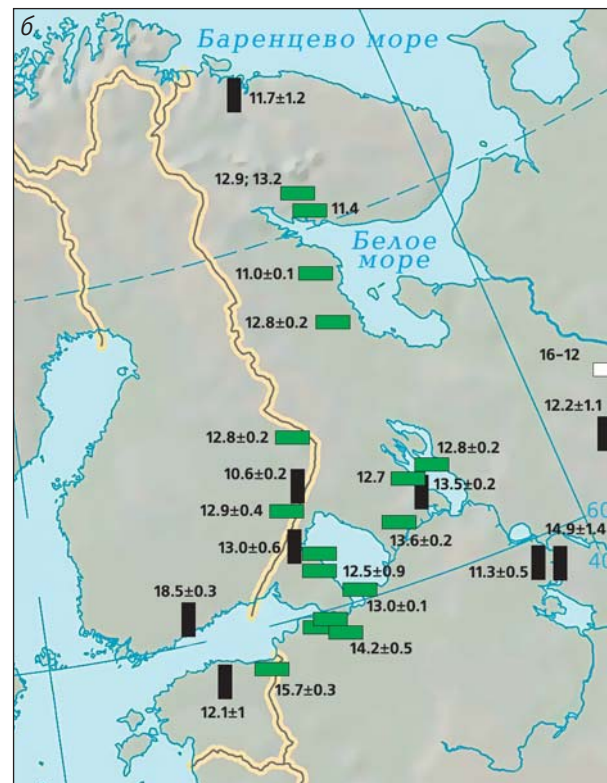
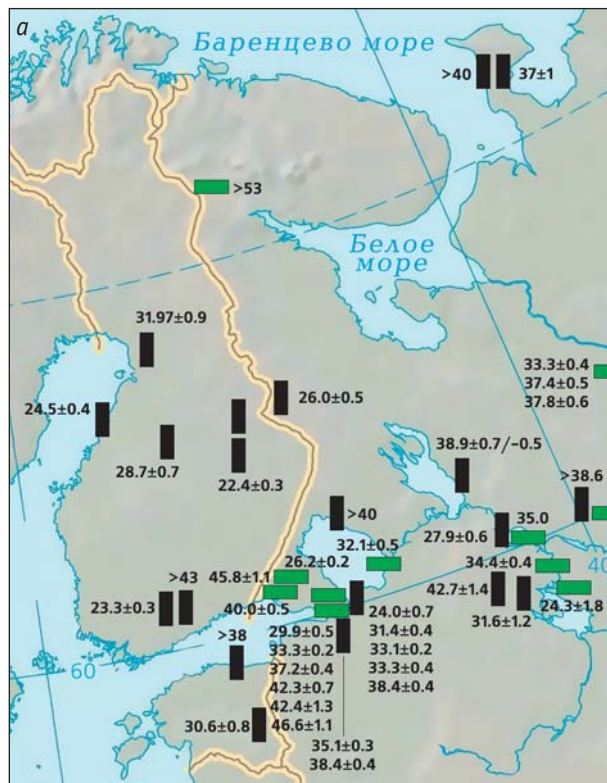
Климатические условия и обилие пищевых ресурсов на суше и в водоемах вполне позволяли людям верхнего палеолита проникать вслед за мамонтом на север Европы по территории Фенноскандии (ее восточной окраине и центру). Прежде



Зуб мамонта, найденный в 1911 г. в северной Финляндии, на р.Ийоки: *а* — вид сбоку, *б* — вид снизу. Радиоуглеродная датировка 31.97 ± 0.9 тыс. лет назад.

северная граница заселения в период 30–23 тыс. лет назад проводилась по широте Финского залива, а южная граница оледенения — по территории южной Финляндии, северной Карелии, Белому морю и востоку Кольского п-ова [12]. Известные к настоящему времени местонахождения и частично разрезы с датировками заставляют отодвигать эти границы далеко на север.

Представляется интересным вопрос о возможном во время средневалдайского межстадиала пути человека на север по долине Северной Двины. На вероятность проникновения людей верхнего палеолита в бассейн этой реки с востока уже давно указывали археологи и палеогеографы. Находки следов палеолитических людей на Европейском Севере — большая редкость (за исключением крайнего северо-востока), и потому каждая подлежит детальному рассмотрению. Одна из них — на наш взгляд, достойная специального внимания — до сих пор остается неосмысленной. Сведения о ней затерялись в одной из книг известной исследовательницы Европейского Севера Э.И.Девятовой [13]. Находка сделана на левом берегу Северной Двины, на р.Ваге (около 62° с.ш.), в краевой зоне последнего оледенения, где до этого многократно находили бивни и зубы мамонта.



Пространственное распределение датированных остатков мамонта и наземной растительности в восточной Фенноскандии и прилегающих районах Русской равнины: *а* — во время средневалдайского мегаинтерстадиала (указан радиоуглеродный возраст, тыс. лет назад), *б* — в начале позднеледникового (указан календарный возраст, тыс. лет назад). Черными прямоугольниками обозначены датировки по остаткам наземных животных, зелеными — по наземным растительным остаткам, белыми — возраст по OSL.

Рядом с блоком старичного аллювия, обрушившимся с борта 9–12-метровой террасы, обнаружены отлично обработанное кремневое скребло, а также другие орудия, но уже со следами длительного окатывания. В этих отложениях с помощью спорово-пыльцевого анализа определены растения, устойчивые к вытаптыванию, и антропохоры (сопутствующие человеческим поселениям). Это послужило основанием для предположения о возможной обитаемости поверхности террасы в средневалдайское время (35–25 тыс. лет назад) [13] вплоть до максимального продвижения поздневалдайского оледенения. Это значительно расширило имеющиеся представления о проникновении древних людей в бассейн Северной Двины. Кроме того, найденные в устье этой реки кости мамонта получили возраст 36–33 тыс. лет, а возраст интерстадиальных отложений в устье р. Мезень составил 26–23 тыс. лет [14].

Спустя четверть века оправдывается и предположение Девятой о возможности появления мамонта (и палеолитических охотников) на берегах Онежского и Ладожского озер еще до последнего покровного оледенения [3, 4].

Вслед за отступающим краем последнего ледникового покрова

Следующая, новейшая, эпоха проникновения людей каменного века на крайний Европейский Север предопределена дегляциацией Фенноскандинавского ледникового щита. Речь идет о людях мезолита, стоянки которых известны теперь в ряде мест Карелии, Архангельской обл. вплоть до Полярного круга, а также вдоль норвежского и мурманского побережий Баренцева моря. Новейшие данные свидетельствуют о полной дегляциации южной периферии Скандинавии около 15.5–14.7 тыс. кал. лет назад*, ее западного побережья (у г. Бергена) 14.5–14.0 тыс. кал. лет назад, северных прибрежных районов и востока региона (Заонежья) — не позже 13 тыс. кал. лет назад, т.е. в аллереде или ранее [15–17].

На существование сухопутных «мостов» между водными бассейнами уже в раннем позднеледниковье на южной и юго-восточной периферии последнего Скандинавского ледникового покрова, даже по краям крупнейших котловин Финского залива (Ладожской и Онежской), указывает целый ряд прежних и вновь полученных датировок континентальных отложений по растительным остаткам наземных растений (древесине, торфу) и по костным остаткам крупных млекопитающих мамонтового комплекса. Среди таковых назовем более ранние и представительные: древесина в га-

* В отличие от более древних дат, для последних 20 тыс. лет мы имеем возможность здесь и далее по тексту приводить калиброванные даты, как более реалистичные.

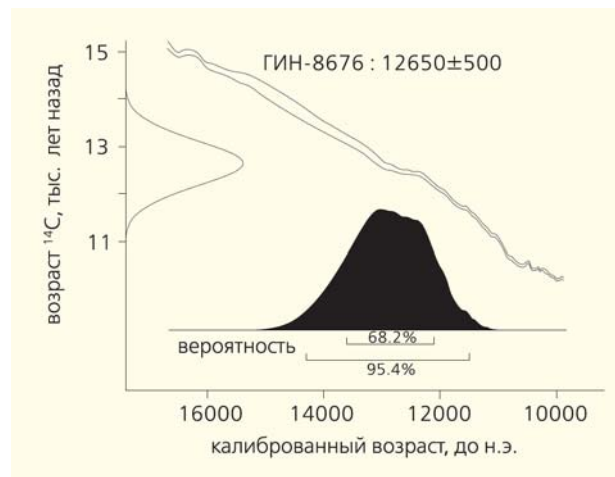


Диаграмма определения калиброванного возраста остатков мамонта из местонахождения близ г. Череповца. Для позднеледниковья на севере Европы на сегодняшний день это самая древняя дата — 11.5±2 тыс. календарных лет назад.

лечниках на правобережье р. Дудергофки на юге Финского залива (14.4 тыс. кал. лет назад), северный олень в западном Приладожье (13.0±0.6 тыс. кал. лет назад), бизон в долине р. Свирь (12.7 тыс. кал. лет назад), торфяники на берегах Ладожского и Онежского озер (13.5±0.2 и 12.9±0.4 тыс. кал. лет назад соответственно).

В палеонтологическом отношении наиболее примечательной (хотя и плохо документированной) представляется находка на глубине нескольких метров скопления костей мамонта вместе с орудиями каменного века на юго-западе Вологодской обл., недалеко от г. Череповца (59°с.ш.). Кости мамонта здесь имеют возраст 16.3–13.5 тыс. кал. лет [18].

Возраст мезолитических стоянок, расположенных в Фенноскандии севернее 60°с.ш., составляет 10.6±0.2 и 10.0±0.4 тыс. кал. лет на Карельском перешейке и около 11 тыс. кал. лет на Онежском озере (стоянка Олений остров, 62°с.ш.) [17]. Девятая допускала возможность освоения людьми территории Карелии ранее 11 тыс. лет назад ¹⁴С, т.е. до 13 тыс. кал. лет назад.

Возможно, столь же ранними были стоянки арктического палеолита на трассе Беломорско-Балтийского канала южнее Белого моря на абсолютных высотах 74–72 м, поскольку дегляциация этого участка, как теперь известно, завершилась до 12.8 тыс. кал. лет назад [16]. Еще севернее, у г. Костомукши (64.6°с.ш.), на относительной высоте 50 м над местным озером была обнаружена стоянка раннемезолитического времени. С учетом датированных стоянок в центральных частях Финляндии и в Карелии [17] есть все основания считать, что в раннем мезолите люди проникали далеко к северу в озерные области восточной Фенноскандии.



Схема расположения стоянок мезолита в Северной Европе. Цифрами показан радиоуглеродный возраст (без калибровки) [17], недатированные стоянки показаны незалитыми кружками.

Что касается прибрежных арктических пространств Баренцева моря, то они были заселены на крайнем севере Норвегии не позже 12.5–11.5 тыс. кал. лет назад, а на западном Мурмане — не позже 11.5–11.2 тыс. кал. лет назад, т.е. в позднем дриасе или в аллерёде [15]. Эти данные согласуются с новейшими сведениями о ранней дегляциации северных берегов Белого моря.

Люди мезолита, как считается, достигли крайних северных пределов Фенноскандии, двигаясь вдоль ее норвежского побережья, т.е. западным путем [17]. Однако южнее известны датировки археологических находок всего на 1.5–0.5 тыс. лет моложе. В позднеледниковье люди часто двигались вслед за перемещением северных оленей, поэтому косвенным доказательством раннего проникновения древних людей на север вдоль западного побережья Норвегии может служить находка у г.Бергена (60.3°с.ш.) костей северного оленя с датировкой 14.3 тыс. кал. лет назад.

Собранные данные позволяют определить время миграции к северу Европы и животных мамон-

тового комплекса (мамонта, северного оленя, бизона). В Заполярье, в частности на Кольский п-ов, мамонт мог проникнуть 14–13 тыс. кал. лет назад.

В этой связи любопытны следующие малоизвестные сведения: датский летописец Саксон Грамматик (1140–1208) передал довольно обстоятельный рассказ отважного норвежца, который еще в IX в. достиг Северной Двины морским путем. В рассказе есть эпизод о том, что в Биармии путешественнику показывали клык столь огромный, что его приходилось нести на плече. Историк начала XX в. К.Тиандер не без основания полагал, что речь идет о бивне мамонта [19]. Остается заметить, что, согласно топонимическим исследованиям, Биармией в средние века именовали Кольский п-ов (скорее всего, его северные берега) и, возможно, берега Белого моря.

Нельзя не обратить внимание на тот факт, что ни на одной из многочисленных известных стоянок мезолитических охотников и рыболовов в Эстонии, Ленинградской обл. и Фенноскандии с датировками 10.2 тыс. кал. лет назад и моложе не об-



Карельский перешеек.

Фото А.А.Никонова

наружено остатков мамонта и других животных мамонтового комплекса. Самые поздние находки остатков мамонта известны в северной Эстонии (11.4 тыс. кал. лет назад) и в южной части Вологодской обл. (10.8 тыс. кал. лет назад). Наиболее северная находка остатков мамонта на материке описана в отложениях позднеледниковой трансгрессии портландия в Кольском заливе, близ г.Полярного [2]. Остатки не датированы, но сама трансгрессия относится к временному интервалу 13.0–10.5 тыс. кал. лет назад. Исчезновение популяции мамонта и животных мамонтового комплекса в регионе 10.5–10.0 тыс. кал. лет назад естественно связывать с произошедшим на этой территории климатическим переломом сразу после молодого дриаса.

Суммируя полученный за многие годы материал, отметим следующее. На территории западного сектора современной европейской Субарктики мамонт обитал в первой половине позднего плейстоцена, после бореальной трансгрессии, а возможно, и до нее. В том же секторе в пределах континента он распространялся и в течение средневалдайского мегаинтерстадиала (46–25 тыс. лет назад). Вслед за мамонтом по восточной окраине Фенноскандии вполне могли проникать на север рыболовы и охотники позднего палеолита, о чем до сих пор мы имеем лишь одно косвенное суждение по находке на широте 62°.

По мере сокращения последнего скандинавского покровного оледенения (14–12 тыс. кал. лет назад) возникали сухопутные мосты в Карелии и Вологодской обл., которые осваивались по-

пуляцией мамонтов. Естественно предполагать продвижение вслед за ней и мезолитических охотников, отдельные стоянки которых в Карелии и Архангельской обл. до сих пор не имеют, однако, датировок старше 11–10 тыс. кал. лет назад. Несколько более ранний возраст получили остатки мамонта в Кольском заливе и стоянки арктического палеолита на крайнем севере Кольского п-ова, но пути проникновения туда людей в то время еще предстоит выяснить.

Можно не сомневаться в том, что будущие находки в Северной Европе позволят исследователям сделать немало новых и, возможно, неожиданных открытий.

* * *

Когда материал уже готовился к верстке, авторам стала известна новая статья финских исследователей с материалами практически сенсационного характера [20]. В ней рассматриваются результаты раскопок на севере финской части Лапландии и на норвежском берегу Варангер-фьорда, т.е. на крайнем севере Европейского материка. В отличие от прежних местонахождений на Мурманском берегу, на этих стоянках сохранился культурный слой с множеством следов жизнедеятельности древних поселенцев — в первую очередь пионеров освоения, людей раннего мезолита. Серия радиоуглеродных датировок позволяет уверенно относить стоянку к интервалу времени от 10.7 до 10.0 тыс. кал. лет назад. Кроме того, что не менее важно, по типологическим особеннос-

тям каменной индустрии авторы делают вывод о проникновении людей в крайнее Заполярье с юго-востока, из бассейна верхней Волги, — в отличие от пришельцев, попавших в северную Скандинавию западным путем, вдоль норвежского побережья, где в то же время с территории современной Дании и северной Германии двигались носители аренбургской культуры.

Теперь, что называется, круг замкнулся. Наше предположение оправдывается. Остается только одна «деталь». Финские ученые прочертили путь

бывших «волжан» через территорию нынешней Карелии, видимо, недостаточно представляя себе ее ландшафты и возможности перемещения там в пребореальное время. Однако водный путь по Двине, по дну будущего Горла Белого моря и вдоль северных побережий Кольского п-ова, без сомнения, был тогда гораздо доступнее и удобнее для дальних «мигрантов» — мамонта, а вслед за ним и древнего человека, настоящего первопроходца. Находки вдоль этого пути еще предстоит исследователям. ■

Литература

1. Величко А.А., Васильев С.А., Грибченко Ю.Н. и др. Человек проникает на Север // Природа. 2010. №1. С.44—55.
2. Никонов А.А., Никонова К.И. Об остатках мамонта в Фенноскандии и их палеогеографическом значении // Известия Всесоюзного географического общества. 1965. Т.97. №2. С.276—279.
3. Никонов А.А., Ван дер Плихт И. Первые радиоуглеродные датировки костных остатков представителей мамонтовой фауны на северо-западе России // Доклады РАН. 2010. Т.432. №1. С.120—123.
4. Никонов А.А., Шахнович М.М., Ван дер Плихт И. О возрасте остатков мамонта в подморенных отложениях на Кольском п-ове и в Карелии // Доклады РАН. 2011. Т.436. №6. С.827—829.
5. История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита / Под ред. С.А.Стрелкова, М.К.Граве. Л., 1976.
6. Molodkov A., Yevzerov V. ESR/OSL ages of long-debated subfossil-bearing marine deposits from the southern Kola Peninsula: stratigraphic implications // Boreas. 2004. V.33. P.123—131.
7. Яшина О.В. О перспективах поиска палеолитических стоянок на территории Вологодской области // Материалы археологических чтений памяти С.Т.Еремеева «Археология Севера». Вып.3. Череповец, 2010. С.4—7.
8. Проблемы стратиграфии четвертичных отложений и краевые ледниковые образования Вологодского региона (северо-запад России). М., 2000.
9. Arppe L.M., Karhu J.A. Implications for the Late Pleistocene climate in Finland and adjacent areas from isotopic composition of mammoth skeletal remains // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 2006. V.231. P.322—330.
10. Ukkonen P., Lunkka J.P., Jungner H. et al. New radiocarbon dates from Finnish mammoths indicating large ice-free areas in Fennoscandia during the Middle Weichselian // Journal of Quaternary Science. 1999. V.14. №7. P.711—714.
11. Ukkonen P., Lougas L., Zagorska I. et al. History of the reindeer (*Rangifer tarandus*) in the eastern Baltic region and its implications for the origin and immigration routes of the recent northern European wild reindeer populations // Boreas. 2006. V.35. P.222—230.
12. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24—8 тыс. лет назад) / Под ред. А.К.Марковой, Т.М.Кольфсхотен ван. М., 2008.
13. Девятова Э.И. Природная среда позднего плейстоцена и ее влияние на расселение человека в северодвинском бассейне и в Карелии. Петрозаводск, 1982.
14. Маркова А.К., Пузаченко А.Ю., Ван дер Плихт И. и др. Новейшие данные о динамике ареала мамонта *Mammuthus Primigenius* в Европе во второй половине позднего плейстоцена — голоцене // Доклады РАН. 2010. Т.431. №4. С.547—550.
15. Corner G.D., Kolka V.V., Yevzerov V.Y. et al. Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia // Global and Planetary change. 2001. V.31. P.155—177.
16. Демидов И.Н. О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.9. Петрозаводск, 2006. С.171—182.
17. Долуханов П.М., Кошелева Е.А., Субетто Д.А. Пространственно-временная реконструкция ландшафтов и инициальное заселение Фенноскандии // Материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Новосибирск, 2009. С.189—192.
18. Яшина О.В. Краткая характеристика костей мамонта в коллекциях Вологодского, Череповецкого и Тотемского музеев // Материалы III Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Смоленск, 2002. С.155—158.
19. Тиандер К. Поездки скандинавов в Белое море. СПб., 1906.
20. Rankama T., Kanckaanpää J. First evidence of eastern Preboreal pioneers in arctic Finland and Norway // Quartar. 2011. V.58. P.183—209.

Минералы группы келдышита

К 100-летию со дня рождения академика М.В.Келдыша

А.П.Хомяков

В описаниях уникальных минералогических провинций мы, как правило, находим немало ярких страниц, связанных с открытием ранее неизвестных минералов, а то и целых минералогических групп. К их числу относятся минералы группы келдышита, объединяющей природные цирконосиликаты натрия и калия, а также их искусственные Na-, K-, Rb-, Cs-, Zr-, Hf-, Sc- и REE-аналоги с типовой формулой $A_2^+ZrSi_2O_7$. События, непосредственно связанные с историей открытия минералов этой группы в щелочных массивах Хибино-Ловозерского комплекса на Кольском п-ове, переносит нас в 60-е годы минувшего столетия. Стартовая отметка в цепи этих событий определяется довольно строго, поскольку она с точностью до дня привязана ко времени проведения в 1961 г. в Москве общего собрания Академии наук СССР, участники которого единодушно избрали ее президентом академиком М.В.Келдыша.

Келдышит-1962 и -1966

«Срочно нужен новый минерал келдышит!» — с такими словами сразу же по завершении работы общего собрания взволнованно обратился к активу Института геохимии и аналитической химии АН СССР его тогдашний директор А.П.Виноградов. И уже в следующем году «Доклады АН СССР» опубликовали статью со-



Александр Петрович Хомяков, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ). Научные интересы связаны главным образом с изучением массивов щелочных пород и ассоциированных с ними уникальных редкометалльных месторождений, в которых он открыл 100 новых минералов.

трудника института В.И.Герасимовского об открытии в Ловозерском массиве нового минерала — цирконосиликата натрия состава $(Na,H)_2ZrSi_2O_7$, названного келдышитом (далее — келдышитом-1962) [1]. Мне довелось детально ознакомиться с этой статьей в 1966 г., когда я встретил весьма близкий минерал (далее «келдышит-1966») в сростках циркониевых минералов не только в Ловозерском, но и в соседнем Хибинском массиве. Однако все попытки отождествить его с келдышитом Герасимовского или другими цирконосиликатами, находившимися с ним в тесных сростаниях, не увенчались успехом. Предпринятое мной совместно с другими специалистами повторное исследование типовых образцов келдышита-1962, полученных из фондов Минералогического музея им.А.Е.Ферсмана и лично от Герасимовского, позволило установить, что келдышит-1962 представляет собой сростки двух разных цирконосиликатов натрия — гидратированного $Na_3HZr_2(Si_2O_7)_2$ (фаза I) и безводного $Na_2Zr(Si_2O_7)$ (фаза II), которые при внешнем сходстве весьма существенно различаются не только по составу, но и по рентгенограммам, оптическим и другим свойствам [2—4].

Здесь следует сделать небольшое отступление для не посвященных в возникающие в подобных случаях коллизии. Общее правило таково, что минеральные виды, считавшиеся твердо установленными, но на поверку оказавшиеся смесями разных минералов, официально дискредитируются решением Комиссии по новым минералам Международной минералогической ассоциации. Название каждого из дискредитированных минералов лишается права повторного использования, что имеет основной своей целью предотвратить возможную путаницу в будущем [5].

Однако в момент возникновения проблемы келдышита обо всем этом я мало задумывался, больше заботясь о поиске решения,



Диплом ВМО за переопределение келдышита.

не наносящего ущерба авторитету уважаемых лиц. Возможность удачного выхода из создавшегося положения я усматривал в особой интриге, заключавшейся в том, что обе детально изученные фазы сростков вполне удовлетворяли критериям нового минерального вида. Это, как мне тогда представлялось, открывало реальную возможность сохранить уже вошедшее в справочную литературу название келдышит (для него больше подходила гидратированная фаза I, преобладавшая над безводной в типовых образцах келдышита-1962).

В 1976 г. комиссии по новым минералам Всесоюзного минералогического общества (ВМО) и Международной минералогической ассоциации рассмотрели и утвердили наше предложение: термин «келдышит» сохранить в кадастре минеральных видов и закрепить за детально изученной фазой I, а для обозначения находящейся с ней в тесных сростаниях фазы II ввести термин «паракелдышит». Принятие данного решения, позволившего сохранить название «келдышит» и тем самым отстоять честь выдающегося советского ученого, я рассматривал как свою большую победу. Однако носившее принципиальный характер изменение сущности сохраненного термина, официально подтвержденное присуждением мне специального диплома ВМО, не нашло адекватного отражения в справочной литературе. К сожалению, даже во многих отечественных справочниках откры-

тие келдышита по-прежнему приписывается Герасимовскому, ошибочно описавшему под этим названием не самостоятельный минеральный вид, а сростки двух новых минералов, которые ему не удалось индивидуализировать.

Одновременно все минералы группы келдышита, установленные к настоящему времени, можно встретить только в щелочных массивах Хибинно-Ловозерского комплекса, где они представлены хибинским, паракелдышитом, келдышитом и пока еще не утвержденной в качестве твердо установленного минерального вида фазой «M34» $\text{NaNZr}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (фаза IV). Ее зерна слагаются агрегатом из двойниковых пластинок нанометровой толщины (табл.).

История открытия

Прежде всего отметим, что сначала открытия данных минералов носили ярко выраженный случайный характер. Наиболее важные из них были сделаны в июле-августе 1966 г. при уникальном стечении обстоятельств, сопутствовавших моей первой (скорее ознакомительной, чем рабочей) поездке на Кольский п-ов*. Я входил в группу сопровождения датского петролога и минералога Х. Соренсена, прибывшего в этот район в ответ на посещение щелочных массивов Гренландии советскими учеными Герасимовским и Семеновым. Однако все заботы о госте взиали на себя местные научные и производственные организации, и мое участие в группе сопровождения оказалось невосстановленным. Переживая окончание его визита в поселке Полярно-альпийского ботанического сада, мы вместе с прикомандированным ко мне коллектором (по фамилии Чичерин) совершили несколько пеших экскурсий по Хибинам, из которых вернулись не с пустыми руками.

Особенно результативными оказались маршруты в районы оз. Малый Вудъявр и ущелья Гакмана. В первом мое внимание привлекли развалы глыб пегматоидных хибинитов у подножия одного из северо-восточных цирков горы Тахтарвумчорр, насыщенных сростками циркона с неизвестными мне минералами белого цвета. Среди них позднее и были установлены фаза M34 и паракелдышит. Во втором районе мы обнару-

* Формально это была моя вторая поездка. Первая, совсем короткая, но оставившая неизгладимое впечатление об этом регионе, состоялась в январе-феврале 1954 г. Я входил в состав экскурсионной группы студентов Московского геологоразведочного института, после окончания которого (1957) около 10 лет специализировался на изучении минералогии редкометалльных месторождений Сибири под руководством Е.И. Семенова, крупного специалиста в данной области. Таким образом, ко времени описываемых здесь событий я обладал достаточно большим опытом проведения детальных минералогических исследований.

Таблица

Сравнительная характеристика минералов группы келдышита

Состав (мас. %) и свойства	Хибинскит [6, 7] $K_2ZrSi_2O_7$	Паракелдышит [6, 8] $Na_2ZrSi_2O_7$	Келдышит [2, 3, 9, 16] $Na_3HZr_2(Si_2O_7)_2$	М34 [3] $NaHZr_2Si_2O_7 \cdot H_2O$
ZrO ₂	37.8	38.7	40.5	40.1
SiO ₂	33.8	38.8	39.8	39.5
CaO	Сл.	3.5	1.4	5.0
Na ₂ O + K ₂ O	27.0	19.1	14.3	11.1
H ₂ O	—	0.0	2.6	4.1
Сингония	моноклинная	триклинная	триклинная	не установлена
<i>a</i> (Å)	19.22 (9.61)	9.31	9.00	—
<i>b</i> (Å)	11.10 (5.55)	5.42	5.34	—
<i>c</i> (Å)	14.10 (7.05)	6.66	6.96	—
α (°)	90.0	94.25	92	—
β (°)	116.5	115.33	116	—
γ (°)	90.0	89.58	88	—
Характерные линии рентгенограммы порошка (<i>l</i> и <i>d</i> в ангстремах)				
	30–4.15	65–4.18	80–4.18	21–4.18
	—	60–3.93	100–3.93	42–3.99
	30–3.35	—	30–3.38	100–3.40
	70–2.97	—	50–2.97	40–2.98
	—	100–2.91	30–2.90	8–2.90
	100–2.76	65–2.71	20–2.74	27–2.74
Плотность, г/см ³	3.4	3.33	3.22	3.28
Твердость, кг/мм ²	363–687	406–687	344–458	—
Спайность	совершенная по псевдоромбоэдру и пинакоиду (001)			
Двойникование	не наблюдается	система пересекающихся полисинтетических индивидов		
Цвет	бесцветный		снежно-белый	
Блеск	стеклянный		матовый, шелковистый	
Прозрачность	водяно-прозрачный		просвечивает в тонких сколах	
Показатели преломления:				
N _p	1.665	1.670	1.662	1.670
N _m	1.715	1.697	1.682	1.704
N _g	1.715	1.718	1.710	1.719
Оптический знак и угол между оптическими осями 2V (°)	(–)11	(–)83	(+)83	(–)70

Примечание: Для элементарной ячейки хибинскита приведены значения периодов и псевдопериодов (в скобках).

жили полуразвалившиеся ящики с кернам пегматоидных ийолитов. На отдельных интервалах породы оказались насыщенными овоидами диаметром до 1 см, внешняя зона которых слагалась эвдиалитом, промежуточная — агрегатом зерен неизвестных минералов (будущих хибинскита и паракелдышита), а центральная — зернами циркона. Все оставшееся время я знакомился с минералогией Ловозерского массива в основном по керну скважин, пробуренных в районе горы Аллуайв. Парадоксально, но здесь вновь встретились пегматоидные породы, насыщенные выделениями келдышитоподобных минералов, внешне неотличимых от тех, что были найдены в Хибинском массиве.

По окончании командировки все собранные минералы исследовались с помощью оптической микроскопии, а наиболее загадочные — рентгенографическим анализом в лаборатории кристаллохимии ИМГРЭ, где сразу обратили внимание на

сходство порошковых рентгенограмм отдельных минералов с рентгенограммой келдышита-1962. Так я впервые узнал о существовании термина «келдышит», который стал ключевым в моем лексиконе на протяжении последующих как минимум двух десятков лет.

Особенности минералов группы келдышита

За это время мы установили, что келдышит и фаза М34 принадлежат особой генетической группе трансформационных минеральных видов [3, 9–14]. В отличие от обычных минералов, они не могут кристаллизоваться из расплавов или растворов, а образуются исключительно путем псевдоморфизации других фаз (протоминералов). Их природа определяется положением в эволюционном ряду паракелдышит → келдышит → М34, в котором каждый последующий ми-



Авторское свидетельство на изобретение за разработку способа очистки газов от двуокиси серы (на основе использования минерала группы келдышита).

нерал развивается по предыдущему, наследуя от своего предшественника основные особенности состава и структуры. Первичная фаза в рассматриваемом ряду — паракелдышит. Он представляет собой магматогенный минерал, кристаллизующийся из высокощелочных силикатных расплавов на конечных этапах эволюции нефелин-сиенитовых магм. Два других члена этого ряда — продукты эпитермального или гипергенного изменения паракелдышита. Они развиваются по паракелдышиту с образованием гомоосевых псевдоморфоз с той разницей, что по отношению к своему общему «предку» первый минерал является «сыном», а второй «внуком». Последний представляет собой продукт наиболее глубокой гидратации и декатионирования высокощелочной протофазы. На рентгенограммах внешне неразличимых вторичных цирконосиликатов, как правило, совместно присутствуют линии двух гидратированных фаз. Судя по соотношению интенсивностей линий, в образцах Ловозерского массива существенно преобладает келдышит, а в образцах Хибинского — М34, что, скорее всего, связано с более низкой щелочностью растворов, в присутствии которых происходило заме-

щение хибинского паракелдышита его гидратированными аналогами. Указанное предположение мы подтвердили экспериментами: зерна келдышита после обработки слабой (3%-й) соляной кислотой трансформировались в фазу М34 [15].

Эксперименты показали, что минералы группы келдышита обладают ярко выраженными цеолитными свойствами. Это согласуется с наличием в их структуре объемных полостей и широких сквозных каналов [6, 16]. Тем самым была доказана возможность практического использования минерала М34 в качестве высокоэффективного сорбента. Таким образом, мы предложили способ сухой очистки отходящих газов от двуокиси серы при производстве серной кислоты, тяжелых цветных металлов из сульфидных руд [17]. В связи с открывшейся перспективой практического использования цирконосиликатных сорбентов в 1983 г. в кадастр полезных ископаемых Хибинского массива было внесено обнаруженное мной Тахтарвумчоррское рудопроявление минералов группы келдышита. Рудопроявление залегает среди трахитоидных хибинитов и представляет собой крупное полого падающее жильное тело, сопровождающееся свитой мелких жил. Главная из них, мощностью 1.5—2.5 м, прослеживается по выходу на поверхность на протяжении 800 м. Она сложена пегматоидной породой, состоящей из микроклин-пертита, канкринита, натролита, эгирин. Второстепенные и акцессорные минералы — нефелин, альбит, энигматит, щелочной амфибол, эвдиалит, циркон, лампрофиллит, ловчоррит, апатит, ильменит, флюорит, молибденит. Основной же рудный компонент — фаза М34, находящаяся в тесных сростаниях с паракелдышитом и цирконом. Содержание в породе минералов группы келдышита на многих участках достигает 5—10%. Ориентировочные их запасы составляют 25 тыс. т. Геолог О.Б.Дудкин, осмотревший рудопроявление и прилегающий к нему район, сообщил, что минералы группы келдышита встречаются не только в северо-восточных цирках, но и на платообразной части горы Тахтарвумчорр. Это существенно расширяет перспективы обнаружения крупных концентраций данных минералов в Хибинском массиве.

Здесь необходимо сделать немаловажное отступление, заострив внимание читателей на географических координатах келдышитового рудопроявления. Его положение на карте Хибин полностью совпадает (в своих основных контурах) с положением Тахтарвумчоррского месторождения молибденита [18]. На его базе в 30-х годах минувшего столетия активно работал молибденитовый рудник, оставивший после себя неплохо сохранившиеся отвалы вскрышных пород, в том числе и насыщенных описываемыми минералами. Рудник располагался в живописном месте недалеко от ботанического сада и научной станции Тигета, возведенной по инициативе А.Е.Ферсмана на

берегу оз. Малый Вудъявр. На протяжении многих лет этот район Хибин служил местом паломничества как профессиональных минералогов, так и любителей. Приходится только удивляться, что неизвестные науке минералы, резко выделявшиеся своей снежно-белой окраской на темно-сером фоне вмещающей их породы, так долго оставались никем не замеченными. Берусь утверждать, что, скорее всего, они многократно попадали в поле зрения исследователей, но из-за сложности строения полиминеральных агрегатов не привлекали большого внимания. Этим и объясняется, что начатое мной в 1966 г. исследование минералов группы келдышита растянулось на многие годы и все еще остается незавершенным. До сих пор не удастся описать один из важнейших членов группы — фазу М34 — на уровне современных

требований, предъявляемых к характеристике новых минералов.

Изучение минералов группы келдышита заставило меня овладеть широким комплексом тонких методов исследования кристаллического вещества. Таким образом, эта группа минералов превратилась в своеобразную стартовую площадку для дальнейших минералогических открытий, определивших основное направление моей научной деятельности на многие десятилетия вперед. В наиболее результативный этап открытий, охватывающий период с 1971 по 2010 г., в щелочных массивах Хибино-Ловозерского комплекса было описано около 170 ранее неизвестных науке минералов. Из них большая часть (около 90 минеральных видов) была установлена мной или при моем участии [19, 20]. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 07-05-00084.

Литература

1. Герасимовский В.И. Келдышит — новый минерал // Докл. АН СССР. 1962. Т.142. №4. С.916—918.
2. Хомяков А.П., Казакова М.Е., Воронков А.А. Новые данные о келдышите // Докл. АН СССР. 1969. Т.189. №1. С.166—168.
3. Хомяков А.П., Воронков А.А., Казакова М.Е. и др. Исследование минералов группы келдышита // Тр. Минерал. музея АН СССР. 1975. Т.24. С.120—131.
4. Хомяков А.П. Типы закономерных сростаний минералов группы келдышита // Геохимия. Минералогия: Междунар. геол. конгр. XXV сес.: Докл. сов. геологов. М., 1976. С.233—240.
5. Хомяков А.П., Расцветова Р.К. Как мы потеряли барсановит и обрели георгбарсановит // Природа. 2005. №9. С.25—28.
6. Воронков А.А., Шумяцкая Н.Г., Пятенко Ю.А. Кристаллохимия минералов циркония и их искусственных аналогов. М., 1978.
7. Хомяков А.П., Воронков А.А., Лебедева С.И. и др. Хибинскит $K_2ZrSi_2O_7$ — новый минерал // Зап. ВМО. 1974. №1. С.110—116.
8. Хомяков А.П. Паракелдышит — новый минерал // Докл. АН СССР. 1977. Т.237. №3. С.703—705.
9. Хомяков А.П. Минералогия ультраагпаитовых щелочных пород. М., 1990.
10. Хомяков А.П. Типоморфизм минералов ультраагпаитовых пегматитов // Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. М., 1980. С.152—157.
11. Хомяков А.П., Юшкин Н.П. Принцип наследования в кристаллогенезисе // Докл. АН СССР. 1981. Т.256. №5. С.1229—1233.
12. Хомяков А.П. Минералогические особенности щелочных пегматитов Хибино-Ловозерской провинции // Развитие минералогии и геохимии и их связь с учением о полезных ископаемых. М., 1983. С.66—82.
13. Юшкин Н.П., Хомяков А.П., Евзикова Н.З. Принцип наследования в минералогенезисе // Сыктывкар, 1984.
14. Kbotyakov A.P. Transformation mineral species and their use in palaeomineralogical reconstructions // 30th Int'l. Geol. Congr. V.2/3. P.450. Beijing, 1996.
15. Хомяков А.П., Казакова М.Е., Абрамова Т.А. и др. Поведение минералов группы келдышита при кислотной обработке // Новые данные по минералогии и минералогическим методам исследований. М., 1977. С.14—18.
16. Халилов А.Д., Хомяков А.П., Махмудов С.А. Кристаллическая структура келдышита $NaZr[Si_2O_6]OH$ // Докл. АН СССР. 1978. Т.238. №3. С.573—575.
17. Челищев Н.Ф., Хомяков А.П., Беренштейн Б.Г. и др. Авторское свидетельство АС №1096794 от 08.02.1984 «Способ очистки газов от двуокиси серы» // Бюл. Открытия и изобретения. 1984. №21.
18. Лабунцов А.Н. Месторождения молибдена в Хибинских тундрах // Докл. АН СССР. 1929. №19.
19. Хомяков А.П. Рекордный вклад Кольского региона в общую систему минеральных видов // Тр. III Ферсмановской научн. сессии. Апатиты, 2006. С.96—98.
20. Хомяков А.П. Ультраагпаитовые породы Хибино-Ловозерского комплекса как неисчерпаемый источник минералов с уникальными свойствами // Тр. Всероссийской (с междунар. участием) научн. конференции и IV Ферсмановской научн. сессии. Апатиты, 2007. С.202—205.

Полвека исследований акустической сигнализации дельфинов афалин

Е.М.Панова, А.В.Агафонов



Вокальный репертуар подавляющего большинства видов животных (включая высших приматов) ограничен лишь несколькими десятками типов сигналов, которые достаточно жестко связаны с определенными формами поведения (агрессивным, территориальным, половым, родительским и т.д.). Китообразные, в том числе дельфины, подводная акустическая сигнализация которых открыта в середине XX в., используют одни звуки (серии широкополосных щелчков) для ориентации (эхолокации), другие (сигналы как импульсного, так и тонального происхождения) для общения с сородичами (коммуникации). Акустический репертуар, к примеру, бутылконового дельфина, или афалины (*Tursiops truncatus*), столь богат и разнообразен, что его коммуникативная система, по мнению некоторых исследователей, принципиально отличается от коммуникативных систем других животных и, вероятно, может служить неким аналогом человеческой речи. Но прежде чем обсуждать оправданность этих предположений, необходимо дать четкое определение используемым понятиям, и в первую очередь термину «коммуникация».

Коммуникация, речь, язык

В этологии [1] коммуникацию — передачу какой-либо информации от одной особи к другой — считают неотъемлемой частью социального поведения любого животного. Коммуникация обеспечивает такие жизненно важные функции, как индивидуальное или групповое опознавание, поддержание иерархических связей в группе, передача информации об изменениях в окружающей среде. У многих видов животных есть системы общения, основанные на «языках» поз, запахов, цветов, звуков. Од-



Елена Михайловна Панова, аспирантка кафедры зоологии позвоночных биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — поведение и акустическая коммуникация китообразных.



Александр Владиславович Агафонов, научный сотрудник лаборатории Морских млекопитающих Института океанологии РАН. Область научных интересов — происхождение и развитие знаковых систем; акустическая система коммуникации дельфинов.

нако все подобные «языки» объединяет одно: переданная информация сообщает о том, что происходит «здесь, сейчас, со мной». Коммуникативная система при этом состоит из стереотипных (пусть даже сложных по физической структуре) сигналов, довольно однозначно связанных с каким-либо типом поведенческой активности (или вызывающих четкий поведенческий ответ) и ограниченных по типовому разнообразию.

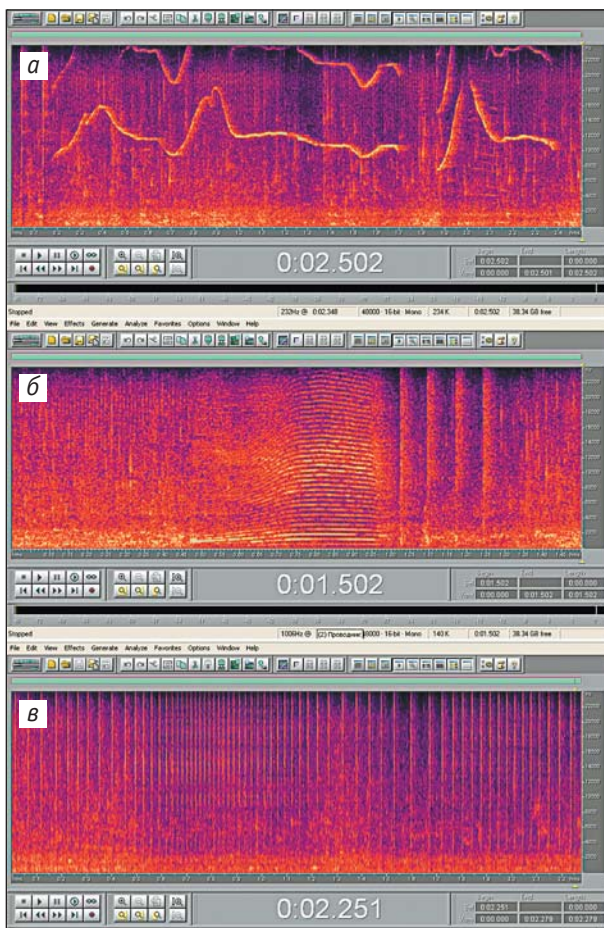
Из более сложных, специализированных форм коммуникации центральное место в этологии занимает понятие «языковое поведение». Под ним подразумевается целенаправленная передача сигналов (в противоположность, например, простому отражению физиологического или эмоционального состояния животного). Высшая форма коммуникации, характерная для человека как биологического вида, — членораздельная речь (и соответственно — развитый, сформировавшийся язык).

В лингвистике со времен Ф.де Соссюра большинством авторов противопоставляются категории «языка», «речи» и «речевой способности». Язык при этом трактуется как абстрактная система, существующая вне индивида, а языковая способность — как функция индивида. Речь же представляет собой индивидуальный акт реализации языковой способности при помощи языка как системы [2]. При подобном определении названных категорий наличие языка не обязательно предполагает наличие речи.

Аналогичные представления бытуют и среди психологов. Здесь ключевым моментом является противопоставление механизма и процесса, в данном случае — речевого механизма, формирующегося в процессе усвоения языка, и собственно процесса речи. При этом язык переходит из предметной формы в форму деятельности [2].

Акустическая сигнализация дельфинов

То, что дельфины обладают хорошим слухом, было известно еще со времен Аристотеля. Однако исследования их акустической сигнализации начались лишь в 50-х годах XX в. Было показано, что дельфины используют звуки трех категорий — тональные (свисты), серии широкополосных импульсов и импульсно-тональные сигналы. Последние также представляют собой серии импульсов, но за счет большой скорости их следования (800–1400 имп./с) воспринимаются человеком как непрерывные. Многочисленными экспериментами было установлено, что серии отдельных импульсов используются дельфинами для эхолокации, а свисты и импульсные тона стали рассматриваться как коммуникативные.



Сонограммы (графическое отображение изменения спектральной плотности мощности сигнала во времени) свиста (а), импульсно-тонального сигнала (б) и импульсной (эхолокационной) серии (в) афалины. По оси абсцисс — время (с), по оси ординат — частота (Гц). Звуки представлены в частотном диапазоне до 24 кГц. Специальные программы (в данном случае — Adobe Audition 2.0) помогают биологам, лингвистам и музыкантам не только увидеть звук, но и работать с ним.

В 1960 г. американский нейрофизиолог Дж.Лилли основал лабораторию, задачей которой были исследования акустических способностей афалин. Богатый вокальный репертуар этих животных, а также их большой и сложно устроенный мозг привели Лилли к гипотезе о существовании у дельфинов развитой коммуникативной системы, сопоставимой по сложности и функциям с языком человека. Обнаружив способность афалин к подражанию человеческой речи [3], Лилли попытался обучать дельфинов английскому языку с целью добиться осознанного использования предлагаемых слов и фраз. Однако больших успехов в этом направлении не было достигнуто, и в 1966 г. его лаборатория была закрыта.

Несмотря на критическое отношение к гипотезе Лилли большинства современников [4], все же следует признать, что она основана не на пустом месте: многочисленные факты свидетельствуют о высоком уровне психического развития афалин. Они ведут социальный образ жизни, формируя группы, в которых сильны индивидуальные связи между отдельными животными. Для диких дельфинов характерны сложные формы коллективного поведения (например, поисково-охотничьего или игрового), требующие четкого взаимодействия между особями, что невозможно без высокоорганизованной системы коммуникации. Известно, что акустический репертуар некоторых видов дельфинов не закреплен генетически, а формируется путем обучения [5]. И, наконец, многочисленные исследования вокального поведения китообразных до сих пор не смогли установить точной функции ни одного из зарегистрированных сигналов, что косвенно свидетельствует о том, что их коммуникативная система, действительно, может содержать в себе нечто большее, чем коммуникативная система других млекопитающих.

Исследования коммуникативной системы афалин

В этологии можно выделить три основных методологических подхода к изучению языкового поведения животных [1]: создание искусственных языков-посредников, попытки прямой расшифровки сигналов и теоретико-информационный подход, основанный на исследовании коммуникативной системы как некоей структуры. Все эти методы применялись и при исследовании коммуникации дельфинов.

Создание языков-посредников. В опытах американского исследователя Д.Батто, например, в качестве знаков-посредников при «общении» человека и дельфина использовались искусственные свисты, преобразованные из звуков человеческой речи [4]. Система языка-посредника состояла из «слов», содержащих в себе одновременно



Дельфины Коктебельского дельфинария — Зоя, Марина, Ваня и Даня — участвуют в представлении (вверху) и научном эксперименте.

Здесь и далее фото авторов

и объект действия, и само действие, поэтому при замене игрового предмета, связанного с какой-либо командой, дельфин начинал путаться, что могло свидетельствовать о невысоких лингвистических способностях дельфинов. Опыты Л.Хермана были организованы сложнее: из сигналов — жестов дрессировщика — было сформировано несколько групп (объекты, действия, агенты действия и др.), при этом исходные знаки могли комбинироваться по строгим правилам в большое количество разнообразных команд [6]. В ходе многочисленных экспериментов, по мнению Хермана, дельфины демонстрировали элементарное понимание грамматических правил.

Однако можно ли на основании этих выводов судить о лингвистических способностях дельфинов? И почему те же экспериментальные подходы, с успехом применяемые при общении с человекообразными обезьянами, выявили весьма посредственные возможности у дельфинов?

Возможно, дело в том, что эксперименты с использованием языков-посредников, поставленные на антропоидах и дельфинах, методически сильно отличались. Общение с дельфинами было односторонним: они, пользуясь указаниями дрессировщиков, должны были выполнять задания, и таким образом оказывались лишенными «права голоса», т.е. эксперимент походил скорее на дрессировку.

К сожалению, эти опыты, призванные пролить свет на коммуникативные способности афалин, из-за неудачного планирования так и не дали ожидаемых результатов, а дальнейшие исследования в этом направлении больше не проводились.

Прямая расшифровка сигналов — другой подход к изучению языкового поведения животных. В случае работы с дельфинами наиболее легкий способ упростить эту проблему — поставить коммуникативный эксперимент, когда сам экспериментатор волен решать, с кем и о чем должны «говорить» животные. Такие эксперименты были проведены во второй половине 60-х гг. прошлого века, когда интерес к «языку» дельфинов еще не угас окончательно.

В 1965 г. Т.Лэнг и Х.Смит опубликовали результаты опытов, в которых две афалины, находящиеся в разных бассейнах, «общались» посредством телефонной связи [7], при этом каждые две минуты связь прерывалась на такой же срок. Было установлено, что для коммуникации дельфины использовали преимущественно один доминантный, уникальный для каждой особи тип свиста, те же сигналы звучали и при прерывании связи. Таким образом, результаты этого эксперимента не внесли ясности в вопрос. В те же годы Дж. Дреер провел следующий эксперимент: группе из шести животных проигрывали шесть типов



свистов, ранее записанных от них же [8]. В ответ на каждый из них дельфины издавали разнообразные свисты, при этом интенсивность акустического ответа (т.е. количество сигналов на особь в минуту) варьировала. Однако даже сам автор не смог сделать внятных выводов из поставленного эксперимента.

Наиболее известный эксперимент по выявлению коммуникативных способностей афалин провел Дж.Бастиан [9]. Его цель — понять, может ли пара афалин решать совместную задачу, в ходе которой требовалась передача информации от одной особи другой. На первом этапе эксперимента дельфины должны были синхронно нажимать на одну из педалей в зависимости от типа предъявляемого светового стимула. Затем животных разъединили непрозрачной, но звукопроницаемой перегородкой, а стимулы предъявляли только одному из них. Оба дельфина продолжали выполнять задание правильно; когда же перегородку сделали еще и звукопроницаемой, координация действий животных нарушилась. Было отмечено, что успешное решение задачи зависело от излучения импульсной серии тем дельфином, который видел световой сигнал. Казалось бы, эти результаты могут однозначно свидетельствовать о способности афалины передавать сложную информацию, однако даже сам Бастиан не решился на такие выводы, так как результаты опыта легко можно было объяснить самонаучением дельфинов.

В нашей стране подобные эксперименты проводил в конце 70-х годов В.Б.Кузнецов [10], причем в качестве стимулов он использовал растворы различных химических веществ. Хотя дельфины достаточно успешно справлялись с задачей, даже сам автор, интерпретируя результаты, предположил, что дельфины могли решать предложенную задачу несколькими способами, в том числе и без использования специальных коммуникативных сигналов. Подводная звукозапись во время экспериментов хотя и проводилась, но специального анализа зарегистрированных сигналов, к сожалению, сделано не было.

В конце 70-х — начале 80-х годов прошлого века комплексные этолого-акустические исследования локальной популяции афалин в районе Тарханкутского п-ова (Крым) проводились сотрудниками Института океанологии АН СССР и Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова под руководством В.М.Бельковича. В исследованиях использовалась разработанная авторами методика сбора и обработки данных по акустической активности и поведению дельфинов. Анализ этолого-акустических «текстов» показал, что каждая поведенческая ситуация характеризуется определенным «ансамблем» сигналов — простых и сложных (по форме частотного контура) свистов. Исследователи отмечают, что сложный длительный свист, небольшое количество типов



которого лежит в основе каждого «текста», состоит из элементарных «блоков», или «фонем». И сами «фонемы», и способы их использования оказались общими для разных групп афалин. На основании полученных результатов была высказана гипотеза о базовой роли сложных свистов, содержащих целый блок сообщений. Интерпретируя полученные результаты, авторы проводят аналогию со структурой инкорпорирующих или полисинтетических языков (например, чукотского или некоторых индейских), в которых предложения представляют собой как бы сложно составленные слова, а сами слова по отдельности, без соединения с другими, могут и не иметь самостоятельного значения.

Теоретико-информационный подход. Потенциальные возможности коммуникативной системы можно оценить, анализируя ее продуктивность, т.е. способность субъектов коммуникации на основе нескольких базовых элементов создавать необходимое для общения количество сигналов и сообщений.

Проблеме продуктивности коммуникативной системы афалины были посвящены исследования В.И.Маркова [11]. По его мнению, афалины обладают обширным набором средств, обеспечивающих изменение параметров излучаемых звуков и, следовательно, их разнообразие. Акустические

сигналы состоят из многоуровневых блоков, образованных путем комбинирования структурных элементов. Таким образом, многоуровневое комбинирование позволяет афалине создавать множество разнообразных акустических конструкций. По оценке Маркова, при свободном комбинировании структурных элементов теоретически может быть создано от 10^5 до 10^{12} сигналов, что значительно больше необходимого количества знаков для реального общения.

Кроме того, оказалось, что одиночные сигналы афалины издаются очень редко, обычно они сформированы в «тексты». Как предполагал Марков, это может быть обусловлено взаимодействием сигналов, а значит, наличием внутренней организации последовательностей. Чтобы доказать это, автор использовал методы системного анализа, в частности, метод ранговых распределений.

Как эмпирически установил американский лингвист Дж.Ципф, если все слова большого текста ранжировать по частоте их использования (начиная с наиболее употребляемых), то частота n -го слова будет обратно пропорциональна его порядковому номеру. Данное ранговое распределение имеет вид гиперболы с коэффициентом регрессии $\gamma = -1$. Подобный метод с небольшими изменениями и применил Марков для оценки внутренней организации сигнальных последовательностей. Запись сигналов для этой цели проводили в ходе экспериментов, во время которых дельфины общались по электроакустической линии связи. Рассчитанный для случая такого «общения» параметр γ практически не отличался по величине от такого же показателя для человеческой речи, тогда как при разрыве связи между животными кривая распределения деформировалась.

Марков пришел к выводу: афалины обладают коммуникативной системой открытого типа, в основе которой лежит принцип многоуровневого комбинирования. Однако, не смотря на такие смелые и довольно убедительные с научной точки зрения выводы, идеи Маркова не были подхвачены современниками и не получили дальнейшего развития. Этому могло быть несколько причин. Во-первых, труднодоступность оборудования, с помощью которого можно было проводить тонкий анализ физической структуры сигналов. Во-вторых, небольшое количество опубликованных Марковым работ, которые, таким образом, оказались практически недоступны широкой научной общественности. В опубликованных же работах сложный методологический аппарат, которым пользовался Марков, был изложен недостаточно четко.

Правда, с середины 60-х годов известно, что в неволе каждый дельфин продуцирует лишь один доминантный тип сигнала — «автограф», обладающий стабильным и уникальным для каждой особи частотным контуром. Это неожиданное открытие сделали Дэвид и Мелба Колдуэллы [12]. Учитыва-

вая, что доля «автографов» у дельфинов, находящихся в изоляции (а именно в таких условиях Марков собирал материал для анализа), может составлять до 90% от всех акустических сигналов, неясно, с какими же сигналами работал Марков и что позволило ему прийти к сформулированным им выводам.

«Автограф» дельфина

Открытие Колдуэллов направило ход исследований коммуникации дельфинов по новому пути. В дальнейшем все внимание зарубежных ученых, изучающих афалин как в неволе, так и в естественной среде обитания, было приковано практически исключительно к «автографам». Полученные результаты полностью разведали гипотезу о существовании у дельфинов «языка» как сложной многоуровневой системы свистов и снова вернули этих животных в один ряд со всеми остальными млекопитающими.

Было установлено, что «свисты-автографы» служат в качестве контактных индивидуально-опознавательных сигналов и играют важную роль в жизни дельфина, составляя весьма значительную часть их свистового репертуара не только в неволе, но и в природе. Интересно, что воспринимать и выделять конкретный тип свиста из прочих эти животные способны по одной лишь форме частотного контура [13]. Детеныши приобретают «свист-автограф» на первом году жизни, причем у самок он отличается от материнского, а у самцов — наоборот, схож [14]. Способность афалин к вокальному обучению на этом не заканчивается: исследователи отмечают случаи подражания дельфинов звуку свистка тренера, а также «автографам» сородичей [15]. «Свисты-автографы» могут служить для позиционирования особей (как пространственного, так и иерархического), что крайне важно при взаимодействии дельфинов в море на больших расстояниях. Кроме того, свисты, возможно, могут выполнять чисто «техническую» функцию, служа наряду с эхолокацией ориентационными сигналами [16], так как, в принципе, любой звук, отражаясь от предметов, может сообщать дельфину об их расположении в окружающем пространстве и физических свойствах.

Таким образом, большинство современных исследователей считают, что коммуникативная система афалины не выходит за рамки обычной коммуникации в узком ее понимании: и вокальное обучение, и наличие индивидуально-специфических сигналов — характерные черты коммуникативных систем многих млекопитающих и птиц. Разнообразие же свистовых сигналов, которое производит группа дельфинов, тоже имеет простое объяснение. Как и некоторые другие виды млекопитающих, для которых важны индиви-

дуальные связи между членами общества, дельфины вынуждены развивать систему индивидуально-опознавательных сигналов. Но если наземные млекопитающие могут «пассивно» закодировать свои индивидуальные голосовые характеристики в общих типах криков через уникальные для каждой особи особенности вокального тракта, то для морских млекопитающих это неприемлемо. При нырянии вокальный тракт из-за сжатия может менять конфигурацию, что делает использование таких вокальных ключей ненадежными [17]. Поэтому для индивидуального опознавания дельфины используют свист с уникальной для каждого животного формой частотного контура.

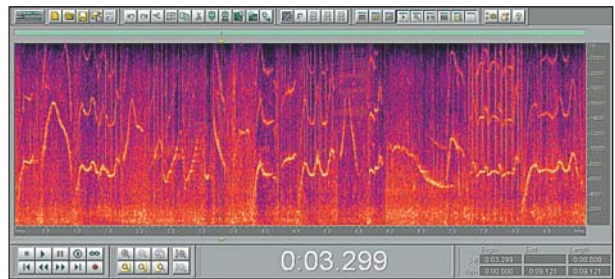
* * *

Вот уже более полувека дельфин афалина — пожалуй, самый популярный из всех китообразных — привлекает внимание зоологов, физиологов, инженеров и лингвистов. И неудивительно: совершенная приспособленность к водному образу жизни, сложная психическая организация, социальный образ жизни, развитая система акустической коммуникации и способность к эхолокации делают афалину интересным объектом для исследователей разных специальностей.

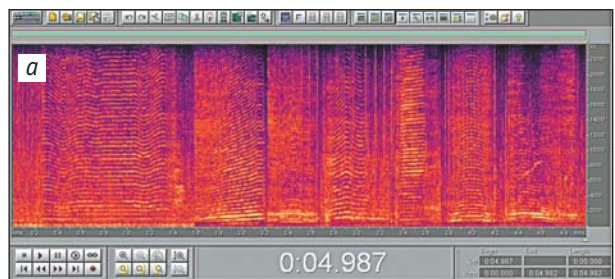
Система свистовых сигналов афалин сводится к совокупности индивидуально-специфичных сигналов («автографов») или их элементов. Ясно, что вряд ли система коммуникации, организованная подобным образом, может быть «открытой». Однако дельфины активно используют еще один тип акустических сигналов — импульсные тона, причем до настоящего времени эти сигналы остаются практически неисследованными.

В 2009—2011 г. мы провели комплексные исследования акустической активности афалин в условиях дельфинария. Длительный мониторинг показал, что доля свистовых сигналов составляет около 40% репертуара, а импульсно-тональных — почти 60%. К тому же, оказалось, что продуцирование этих двух категорий сигналов происходит как бы в «противофазе»: при резком возрастании числа свистов уменьшается количество импульсно-тональных, и, соответственно, при увеличении импульсно-тональных сигналов резко снижается количество свистов. Был также отмечен феномен увеличения продуцирования импульсно-тональных сигналов в периоды, когда дельфины были «предоставлены сами себе», т.е. тогда, когда люди длительное время отсутствовали. Этот же феномен был отмечен и некоторыми зарубежными учеными. Возможно, большая доля свистов в вокальном репертуаре дельфинов, содержащихся в неволе (вследствие чего интерес исследователей был направлен исключительно на них), — артефакт.

Импульсные тона, будучи на первый взгляд более однообразными по сравнению со свистами, характеризуются гораздо большей вариативностью



«Уплотненная» (без участков тишины) запись подводной акустической сигнализации четырех афалин, содержащихся в дельфинарии. Репертуар свистов на первый взгляд поражает сложностью и разнообразием. Однако, приглядевшись, можно выделить четыре базовых «контура» свистов (соответствующих каждому дельфину) и их вариации, которые и формируют все это разнообразие.



Импульсно-тональные сигналы афалин, представленные в том же частотном масштабе (до 24 кГц) (а), что и свисты на рисунке сверху, кажутся более однообразными. Если «растянуть» их по частотной оси, выбрав диапазон только до 6 кГц (б), получим несколько более сложную картину. А посмотрев на спектрограмму в, можно убедиться, что за видимой простотой визуально представленных звуков скрывается сложнейшая система акустической коммуникации, называемая человеческой речью.

тью структуры частотного контура, чем стереотипные и достаточно жестко закрепленные за каждым животным «свисты-автографы». На сонограммах последовательности импульсных тонов напоминают по структуре фрагменты человеческой речи (в которых отсутствуют шумовые элементы, т.е. согласные звуки). Таким образом, по-

тенциально система этих сигналов вполне может обладать и соответствующими информационными возможностями. Для окончательного решения этого вопроса такие сигналы должны быть детально изучены с использованием методов, применяемых в структурной лингвистике и математической статистике. ■

Литература

1. Резникова Ж.И. Современные подходы к изучению языкового поведения животных // Разумное поведение и язык. Вып. 1. Коммуникативные системы животных и язык человека. Проблема происхождения языка / Сост. А.Д.Кошелев, Т.В.Черниговская. М., 2008.
2. Леонтьев А.А. Язык, речь, речевая деятельность. М., 2005.
3. Lilly J.C. Vocal mimicry in Tursiops: Ability to match numbers and durations of human vocal bursts // Science. 1965. V.147. №3655. P.300—301.
4. Вуд Ф.Г. Морские млекопитающие и человек / Пер. с англ. А.А.Щербакова, ред. А.С.Соколова. Л., 1979.
5. Rendell L.E., Whitehead H. Culture in whales and dolphins // Behavioral and Brain Sciences. 2002. V.24. №2. P.309—382.
6. Herman L.M. Communication and language. In: Animal learning and cognition. An Introduction. N.Y., 1977.
7. Lang T.G., Smith H.A.P. Communication between dolphins in separate tanks by way of an electronic acoustic link // Science. 1965. V.150. №3705. P.1839—1844.
8. Dreber J.J. Cetacean communication: Small-group experiment // Whales, Dolphins and Porpoises / Ed. K.S.Norris. Berkeley, 1966.
9. Bastian J. The transmission of arbitrary environmental information between bottlenose dolphins // Animal Sonar Systems: Biology and Bionics. V.II. / Ed. R.G.Busnel. Jouyen-Josas (France), 1967.
10. Кузнецов В.Б. Химическая коммуникация и способность афалин передавать информацию о химическом стимуле // Морские млекопитающие. Результаты и методы исследований. М., 1978. С.213—221.
11. Марков В.И. Продуктивность коммуникативной системы дельфина афалины: к проблеме внечеловеческих языковых систем // Язык в океане языков. Новосибирск, 1993. С.86—146.
12. Caldwell M.C., Caldwell D.K. Individualized whistle contours in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) // Science. 1965. V.207. P.434—435.
13. Janik V.M., Sayigh L.S., Wells R.S. Signature whistle shape conveys identity information to bottlenose dolphins // PNAS. 2006. V.103. №21. P.8293—8297.
14. Sayigh L.S., Tyack P.L., Wells R.S., Scott M.D. Signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: stability and mother-offspring comparisons // Behav. Ecol. Sociobiol. 1990. V.26. P.247—260.
15. Tyack P. Whistle repertoires of two bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*: mimicry of signature whistles? // Behav. Ecol. Sociobiol. 1986. V.18. P.251—257.
16. Иванов М.П. Помехозащищенность акустической системы дельфина (эхолокация, ориентация, коммуникация) // Научная сессия памяти академика Л.М.Брежневских и профессора Н.А.Дубровского: Сборник трудов. М., 2009. С.127—145.
17. Tyack P.L. Dolphins whistle a signature tune // Science. 2000. V.289. P.1310—1311.

Кому он нужен — этот «мудрый Каа»...

Д.В.Семенов

Не ядом единым

Наверное, всем известно, что яд змей применяется в фармакологии. Те, кто знаком с публикациями в «National Geographic», представляют также, что мясо змей — деликатес, который используется во многих национальных кухнях, а кожа идет на изготовление изящных изделий, высоко ценимых во всем мире. «Узкие» специалисты знают, что змеиные яд и желчь нужны еще и косметологам и что некоторые виды этих пресмыкающихся стали лабораторными животными.

Кроме того, змеи становятся все более популярными у любителей домашней живой экзотики. Они не только вводят в террариумную культуру все новые и новые и все более редкие и удивительные виды и разновидности рептилий, но и азартно выводят настоящие «породы». Но, оказывается, перечисленное еще не исчерпывает всего многообразия хозяйственного использования змей. В Китае мембрана резонатора эрху — старинного двухструнного смычкового инструмента — делается из змеиной кожи, а в некоторых странах Юго-Восточной Азии эти рептилии служат... дешевым кормом для других рептилий — крокодилов, выращиваемых на фермах!

В общем — неожиданно широкий круг применения. Впро-



Дмитрий Валерианович Семенов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН. Научные интересы связаны с различными аспектами биологии и сохранения земноводных и пресмыкающихся.

чем, все это кажется таким экзотическим, не жизненно важным. Ведь легко можно обойтись и без тувель из змеиной кожи, и без «змеиных» ресторанов, да и так ли необходима косметика с ядом и желчью змей. И тем не менее масштабы международной торговли змеями и продукцией из них поражают. Далеко не в самом крупном азиатском государстве — Камбодже — только в районе оз.Тонлесап ежегодно вылавливают в среднем 6.9 млн змей*. США в 2005 г. импортировали примерно 4 млн змеиных шкур**. Даже патриархальная Швейцария ежегодно ввозит более 25 тыс. шкур рептилий (конечно, чтобы делать ремешки для часов!). Ну а в традиционно потребляющем змей Китае, по имеющимся оценкам, общая масса рептилий на рынке в 1993 г. составила 7.5 тыс. т, а в 1997-м — уже 9 тыс. С начала нынешнего века потребление змей в Китае неуклонно растет.

Эти количественные данные покажутся особенно впечатляющими, если принять во внимание, что почти все змеи — хищники, консументы высших порядков. А потому, с одной стороны, их численность в природе никогда не бывает такой высокой, как иных промысловых животных. С другой стороны, как и все виды, занимающие верхние уровни пищевых пирамид, они особенно уязвимы — первыми исчезают при нарушениях экосистем. Еще одна существенная биологическая характеристика змей: это животные с эволюционной К-стратегией, т.е. они относительно долго живут, поздно

* Здесь и далее приводятся данные из национальных докладов делегаций Совещания по международной торговле змеями в Азии.

** Правда, в следующие годы объем импорта змеиных шкур упал — в связи с изменением спроса и ужесточением природоохранных законов.

становятся половозрелыми, приносят немного потомков. Поэтому у змей не бывает сильных колебаний численности, а если она катастрофически снизилась, популяции восстанавливаются с трудом.

Между тем удовлетворить потребности мирового рынка в змеях и продуктах из них можно только двумя способами: вылавливать в природе и выращивать на специальных фермах. И оба они серьезно угрожают природным популяциям рептилий. Только влияние вылова всем понятно, а вот опасность фермерского разведения далеко не очевидна (об этом речь впереди).

Уникальная конференция

Именно масштабный вылов змей все больше беспокоит международные природоохранные организации. И структуры CITES* в первую очередь. Поэтому секретариат CITES при финансовой и организационной поддержке правительств Китая и США, а также Европейского сообщества провел рабочее совещание по торговле и сохранению змей в Азии. Уникальное мероприятие прошло в южно-китайском г. Гуанчжоу 11—15 апреля текущего года. (Кстати, в этом городе, знаменитом на весь Китай своей кухней, есть ресторан, который специализируется на змеях.)

Почему именно Азии? Не в последнюю очередь потому, что здесь обитает примерно треть всех видов змей нашей планеты. Но главным образом потому, что как раз в этом регионе особенно развита эксплуатация змей, и именно азиатские страны (например, Индонезия, Китай, Малайзия) — крупнейшие экспортеры рептилий и продукции из них.

В Совещании приняли участие правительственные делегации 14 азиатских государств, евразийской России, крупных стран-импортеров змей (и продукции из них), а также представители ряда

международных организаций. К сожалению, на Совещании отсутствовали делегации таких государств, масштабно использующих змей для разных целей, как Таиланд, Южная Корея, Япония, китайской провинции Тайвань.

Совещание в Гуанчжоу — необычное, потому что на таком уровне до сих пор никаких герпетологических совещаний не проводилось и такие темы никогда не обсуждались на международных конференциях. Целью этого значимого для мировой герпетологии события были две основные задачи: представить современную картину состояния популяций пресмыкающихся, уровня их эксплуатации и степени защищенности в странах Азии и подготовить для рабочих органов CITES предложения по совершенствованию правил международной торговли змеями. Впрочем, совершенно очевидно, что была и еще одна задача, не декларированная, но не менее важная, чем названные: предложение азиатским государствам прислать правительственные делегации в составе руководителей соответствующих управляющих и контролирующих организаций, а также ученых-герпетологов. Это существенно изменило бы отношение и внимание чиновников к проблемам сохранения рептилий. Ведь не секрет, что вопросы охраны таких животных (в отличие, скажем, от крупных млекопитающих, ярких птиц или значимых для промысла рыб) находятся далеко на периферии внимания государственных деятелей, от которых зависит выживание змей.

В первые два дня работы Совещания делегации представляли доклады об эксплуатации и охране змей в своих странах. А два оставшихся дня велась работа над текстами рекомендаций для органов CITES.

Пациент скорее мертв, чем жив

Общее впечатление от докладов — ожидаемо безрадостное: уровень эксплуатации змей в Азии явно чрезмерен, а о сколько-нибудь эффективном контроле за их использованием остается пока только мечтать. Из представленных материалов можно сделать несколько заключений.

Международная торговля змеями в Юго-Восточной Азии не только масштабная, но и разносторонняя и динамичная. Три государства Индокитая — Вьетнам, Камбоджа и Лаос — уже в начале этого столетия превратились в заметных экспортеров змей. Но далеко не все азиатские страны — только поставщики на международный рынок. Так, Китай стал в последние годы еще и крупным импортером: в 2004 г. в страну ввезено 1,5 млн змей. А Вьетнам и Сингапур — теперь крупнейшие реэкспортеры и самих рептилий, и продукции из них. Есть также государства, почти не участвующие в международной торговле змеями (Бутан, Непал). Другие поставляют на ми-

* CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora — Конвенция по международной торговле вымирающими видами дикой фауны и флоры) — международное правительственное соглашение, принятое в 1963 г. с главной целью: гарантировать, что международная торговля дикими животными и растениями не создает угрозы их выживанию. Проблемами торговли и сохранения змей кроме CITES озабочены еще несколько международных организаций: IUCN (The International Union for Conservation of Nature — Международный союз охраны природы, МСОП), WWF (The World Wide Fund for Nature — Всемирный фонд дикой природы), UNCTAD (The United Nations Conference on Trade and Development — Конференция ООН по торговле и развитию), TRAFFIC (Trade Records Analysis of Flora and Fauna in Commerce — система мониторинга торговли объектами дикой природы) — международная организация, созданная в 1976 г. Основная цель — гарантировать, что торговля объектами дикой природы не наносит ущерба их сохранению.

ровой рынок совсем немного этого специфического товара и только по отдельным позициям. Из Шри-Ланки, например, змей вывозят главным образом в научных целях или для разведения в террариумах. А вот Индонезия удовлетворяет практически любые потребности в рептилиях и продукции из них — от террариумных редкостей до змеиного яда. В этой стране даже существует Ассоциация торговли пресмыкающимися, объединяющая 27 компаний.

Бросается в глаза, что во всех докладах содержатся конкретные данные только о видовом составе офеофаун (фаун змей), о количестве легально вывезенных/ввезенных рептилий (и продуктов из них) или о количестве произведенных на фермах змей. Все это сведения, почерпнутые из фаунистических сводок и регистрационной документации. Нет ни количественных данных о состоянии природных популяций, ни объективных оценок реального воздействия на них человека, ни результатов работы служб, противостоящих браконьерству и контрабанде. А отсюда и тревожное заключение: отсутствует реальный мониторинг состояния змей в природе, равно как и эффективный контроль их эксплуатации.

Увы, в азиатских странах также не ведутся серьезные исследования природных популяций и сообществ змей. Если судить по научным публикациям, основное направление герпетологических работ — фаунистика и таксономия (как и в XIX в.). Для подавляющего большинства видов нет крайне необходимых для природоохранных мероприятий данных о демографии и динамике популяций. Более того, отсутствуют даже базовые сведения о численности, плотности населения и распределении в пределах ареала.

Впрочем, кое-что обнадеживающее все же есть. В Индии и Шри-Ланке действуют государственные программы мониторинга и изучения животного мира, включая змей.

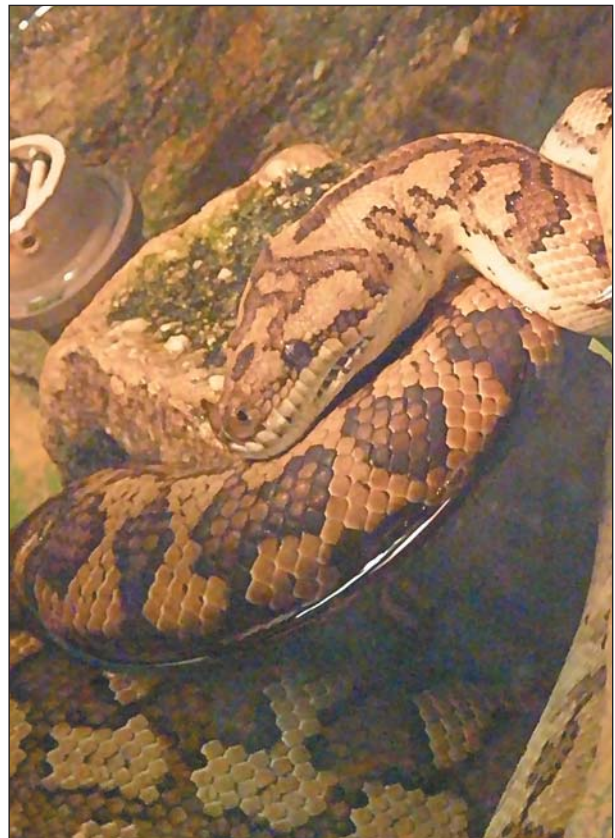
Некоторый оптимизм в отношении охраны змей в азиатском регионе вселяют принятые почти во всех странах законы, регламентирующие основные аспекты влияния человека на дикую природу, и змей в частности. В отдельных случаях законодательство по их охране довольно строгое. Например, в Китае и Сингапуре их вообще нельзя уничтожать и ловить. А в Пакистане человеку, поймавшему змею, грозят четыре года тюрьмы, если же кто-то самовольно займется интродукцией змей, рискует получить восьмилетний тюремный срок.

Конечно, в сохранении змей важную роль играют и национальные традиции. В том же Пакистане (и во многих других странах) жители традиционно убивают любую змею. А вот в Бутане считается недопустимым обижать и беспокоить змей — это не к добру (к слову, там их и не используют ни для каких целей). В Лаосе встретить змею — к счастью, и это тоже способствует сохранению рептилий в природе.

Фермы для змей

В последнее время поразительно быстрыми темпами развивается содержание и разведение змей на фермах. Еще совсем недавно разработка методов промышленного выращивания рептилий представлялась экстравагантным увлечением энтузиастов-одиночек. Но теперь далеко не так: во Вьетнаме на фермах содержат около 200 тыс. змей; в Лаосе первая змеиная ферма появилась в 2001 г., а сейчас на ней производят 70 тыс. питомов в год. Здесь сначала только подрачивали изъятых из природы животных, нынче же весь их жизненный цикл проходит в неволе. Современные змеиные фермы практически не отличаются от птицеферм.

Ферма Дадонжуангского центра исследований змей (китайская провинция Гуанчжоу), где мы, участники Совещания, побывали, удивила своей непритязательностью. Никакого ультрасовременного оборудования, хайтека там или экзотики какой — ничего от XXI в. Все очень просто, без изысков, дешево. Внешне — унылый складской комплекс: ряды длинных низких побеленных строений с крошечными окошками. Эти строения —



Индонезийский подвид питона. Используется в основном как террариумное животное, его ежегодный легальный экспорт из Индонезии составляет 360—380 экз.

Здесь и далее фото автора



Производственные помещения змеефермы снаружи (слева) и внутри.

а их в комплексе 18 — и есть помещения, в которых откармливают многие тысячи змей. Внутри — бесконечные многоярусные ряды контейнеров с пресмыкающимися. Все, очевидно, сделано вручную из обычного дерева и мелкоячеистой сетки. Эти простенькие деревянные клеточки-контейнеры устроены так, чтобы удовлетворять основные потребности животных и обеспечивать простой уход за ними. Такие клетки гораздо

мельче обычных террариумов для змей и могут быть по-разному соединены друг с другом. Это здорово экономит место: в одном кубометре помещения благодаря ячеистому принципу расположения можно разместить до 50 змей! Дверцы клеток со смертельно ядовитыми питомцами «запираются» незамысловатыми деревянными вертушками. Бетонный пол и побеленные стены. Ничего красивого, все предельно рационально и экономно. Не экономят здесь, видимо, только на современном оборудовании, поддерживающем микроклимат, оптимальный для размножения и развития змей.

Общепринято, что содержащимся в неволе пресмыкающимся необходимо специальное освещение, аналогичное естественному. Так вот, на ферме никакого такого света питомцам не положено — только совсем тусклые лампочки, чтобы работники могли видеть змей в контейнерах.

В комплекс фермы входят также административные строения, цех по производству комбикорма, бойлерная, инкубаторная.

Святая святых искусственного разведения пресмыкающихся — инкубатор — поражает предельной простотой. В этом помещении, похожем на карцер, огромная печь поддерживает строго заданную температуру. На полу стоят большие пенопластовые коробки (в такие упаковывают бытовую технику), прикрытые тряпьем и свежей листвой. А внутри, в рыхлом субстрате, — ряды яиц с белой кожистой оболочкой.

На ферме специально занимаются подбором производителей для получения наиболее полноценного приплода. Родители будущих искусственно выращенных змей живут вовсе не в этих крошечных коробках, а в просторных вольерах с наилучшими условиями.

В основном на ферме выращивают кобр (*Naja naja*), причем исключительно для использования



Обыкновенная кобра. На Дадонжуангской змееферме именно этот вид и разводят, причем только для использования в пищу. Ни яд в медицинских целях, ни шкуры здесь не заготавливают.



Будущие кобры в незамысловатом инкубаторе.



Змеиный фастфуд.

в пищу. Ни яд в медицинских целях, ни шкуры здесь не заготавливают.

Дружелюбные хозяева уверяют, что случаев укуса персонала здесь не бывает и на волю змей не выползают. Но не все надо принимать на веру. Особенно в Азии.

Дадонжуангский центр исследований змей создан в 1997 г., а в промышленных масштабах их выращивают здесь только с 2004 г. Для этого ис-

пользуются различные собственные разработки и методы (часть из которых запатентована), делающие коммерческое выращивание рептилий высоко rentабельным.

Змей, выращиваемых на убой, кормят специально разработанными комбикормами. Помимо необходимых питательных веществ они содержат средства традиционной китайской медицины и пищевые аттрактанты. По словам специалистов Центра, традиционная фармацевтика предотвращает заболевания змей. Но не исключено, что это лишь элемент идеологической поддержки «змеиного» проекта. А вот аттрактанты, «обманывающие» таких специализированных хищников, как змеи, — действительно технологический прорыв и важнейшая предпосылка рентабельности хозяйства. Дело в том, что одни виды рептилий потребляют только ящериц, другие — преимущественно мелких грызунов, третьи предпочитают крупных насекомых и т.д. К тому же в природе змеи интересуются только живой добычей. Эту-то специализацию и удалось преодолеть китайским змееводам. Они подобрали специфические (особенные для каждого вида и даже для особей разного возраста) запахи пищи и тем полностью изменили естественные пристрастия змей к пище и «обманом» заставили их есть совершенно не свойственный корм. В результате этого ноу-хау себестоимость выращивания змей снизилась на 60–65%.

Другое весьма значимое местное ноу-хау — тщательно подобранный температурный режим содержания. Он не только минимизирует энергетические затраты животных, но и — что главное — позволяет выращивать змей без обычного для здешних видов периода зимнего покоя. В результате весь цикл от вылупления до достижения товарного размера сокращается примерно на 10 мес и составляет немногим более года.



Г-жа Лье Фонг Кенг, «опекающая» 61 вид змей, которые встречаются в «джунглях» Сингапура и пользуются там абсолютной защитой. Работа со змеями — дело мужское, но в азиатских странах этим занимается немало женщин.

Взгляд изнутри...

Итоговые документы Совещания — рекомендации для CITES — не вносят кардинальных изменений в сложившиеся отношения и правила. Рекомендуются, в частности, включить в документы последние таксономические изменения в систематике змей, а также немного расширить список видов, включенных в Приложения CITES.

Эксперты предлагают определить место торговли змеиным ядом в системе регламентов торговли змеями и продуктами из них (поскольку его добыча не обязательно связана с умерщвлением животных) и определить влияние сбора яда на состояние змей в природе.

Предлагается также оценить природоохранное значение змеиных ферм и контролировать их, чтобы исключить возможность прикрытия браконьерского отлова.

Рекомендации включают и благие пожелания по использованию высокотехнологичных методов контроля эксплуатационной нагрузки. (К ним относится, например, биометрический мониторинг змеиных шкур, позволяющий оценить, хотя бы косвенно, демографические изменения в эксплуатируемых популяциях.) Эксперты предлагают также выявлять незаконный вылов с помощью молекулярно-генетической диагностики.

Участники Совещания считают, что необходимо рассмотреть возможность установления государственных квот на отлов и вывоз змей (как это сделано для видов других групп животных, которые находятся под угрозой исчезновения).

На Совещании поставлен еще вопрос об установлении контроля за международной торговлей не только видами, перечисленными в приложениях CITES, но вообще всеми видами змей. Подчеркнуто также, что подходы и правила эксплуатации наземных рептилий нужно распространить на морские виды, о которых нередко забывают при обсуждении змеиных проблем.

Кроме того, высказана потребность полностью отражать в ежегодных государственных отчетах данные о торговле видами змей из приложений CITES.

До сих пор остается большой проблемой определение видовой принадлежности змей, поступающих на международный рынок, и особенно продукции из них. В связи с этим необходимо создать единый определитель азиатских змей — объектов международной торговли, а также их дериватов — и издать его на основных языках региона.

...И взгляд со стороны

Между тем современные концепция и подходы CITES к двуединой проблеме — эксплуатации и сохранению змей — не решают ряд вопросов, вполне очевидных зоологу.

Наиболее принципиальный из них — почти полное отсутствие популяционного подхода. И это относится не только к нехватке основных популяционно-экологических характеристик эксплуатируемых видов. Генетические различия популяций не учитываются в регламентирующих документах CITES — в них преобладает видовой уровень (в редких случаях — подвидовой). А ведь особи из разных географических популяций многих азиатских змей могут разительно отличаться не только генетически, но и внешне (окраской, размерами и пропорциями тела, шиткованием, повадками и т.д.). Эти различия определяют значительную часть природного биологического разнообразия змей, которое и нужно сохранять. Важно учитывать и то, что разные популяции нередко неодинаковы по жизнеспособности, уязвимости, уровню антропогенного воздействия.

Популяционный подход отсутствует и при оценках изъятия из природы (установлении квот), хотя совершенно очевидно, что состояние популяций может быть разным. Поэтому нагрузка не должна быть равным образом распределена между ними, иначе ухудшится состояние вида в целом.

Этот же подход важен и при организации змеиных ферм. С природоохранной позиций далеко не все равно, из каких популяций взяты производители и как организован подбор родительских пар.

Что касается змеино-фермерства, то общая эйфория от его стремительного развития совсем затмевает потенциальную угрозу для диких видов. Сейчас специалисты CITES видят в змеефермах всего один организационный минус. Поставщики змей (и продукции из них) вполне могут выдавать браконьерски добытых животных за выращенных на фермах. Но теоретически природоохранный вызов змеефермерства может быть гораздо серьезнее. Фактически прямо на наших глазах начинается domestикация еще одной группы животных. С неизбежным — в результате гибридизации и искусственного отбора — и необратимым изменением видовых геномов. И с неизбежным же нарушением генетической структуры вида, поскольку невозможно гарантировать изоляцию domestичированных животных.

Документы CITES ориентированы на итоговые показатели — списки видов, данные о численности и количестве проданных животных или выданных лицензий. К сожалению, при этом совершенно не определены стандартные методы, по которым определялось бы состояние видов, прогнозировались изменения численности, проводились бы учет и отлов и т.д. Между тем только система стандартных методов получения всей информации о состоянии и эксплуатации змей даст полную характеристику ситуации и позволит найти эффективные решения.

Выработка стандартных методов работы со змеями тесно связана и с биоэтическими аспек-

тами их эксплуатации и сохранения. Биоэтика укрепляет свои позиции во всех областях, связанных с взаимоотношениями человека и живой природы. Тут обращение со змеями просто шокирует. Эти рептилии очень живучи — месяцами могут обходиться без воды и пищи, переносят самые тяжелые условия. Мучения змей внешне незаметны: они не издадут звуков, не проявляют беспокойства, у них слабо выражены симптомы даже серьезного нездоровья. Этим и пользуются циничные ловцы, торговцы и «разводители» змей. Печально известны садистские способы «обезвреживания» ядовитых змей: им выламывают ядовитые зубы, зашивают пасть, вырезают ядовитые железы (вместе с мягкими частями головы). Но и не столь зверские способы отлова, транспортировки, передержки, выращивания в неволе, умерщвления змей далеки от гуманных. Даже на прогрессивных эмсфермах животные содержатся в условиях, обеспечивающих высокую продуктивность, но обрекающих рептилий на пожизненный дискомфорт. Их содержат в тесных клетках, где ограничены естественные движения и позы, невозможен выбор микроусловий с подходящим режимом температуры, влажности, освещенности; кормят животных фактически принудительно. Очевидно, что международные организации, такие как структуры CITES, должны обеспечивать не только сохранение диких животных, но и формирование цивилизованного подхода к их эксплуатации.

А что у нас?

Россия богата самыми разными природными ресурсами. Но не змеями! В нашей фауне их насчитывается всего 36 видов (если не считать виды, таксономическая самостоятельность которых сомнительна, и те, что учтены лишь по единичным находкам, видимо, случайно занесенных экземпляров). Из 36 видов 19 представлены только крайними популяциями у самых границ России и всего семь распространены довольно широко.

Уровень эксплуатации змей у нас тоже невысок. Коммерческий сбор яда, организованный в СССР, в России почти прекратился. Случаи ис-

пользования мяса змей в пищу известны кое-где на Дальнем Востоке да в московских ресторанах с экзотической кухней. Из змеиных шкур у нас ничего в сколь-нибудь заметных масштабах не делают. Остается отлов в научных целях, а также для цирков, зоопарков, фотографирования (с питонами). Настораживает, правда, стремительно развивающееся террариумное содержание змей. Это почти неконтролируемое занятие, пронизанное контрабандными и браконьерскими связями, в значительной степени — международными. Но и здесь нам еще очень далеко до Европы и Северной Америки.

Низкий уровень эксплуатации змей в России косвенно отражается в данных по их легальному внешнеторговому обороту: в 2004—2009 гг. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования ежегодно выдавала лицензии на экспорт 8—25 и импорт не более трех экземпляров змей, которые числятся в приложениях СИТЕС. Главным образом это выведенные в неволе крупные рептилии (удава и питоны) для зоопарков и цирков. Случаи выявленной контрабанды тоже единичны: по данным Российского представительства TRAFFIC Европы, с 1996 по 2003 г. в 10 крупнейших аэропортах нашей страны ежегодно регистрировалось от одного до девяти случаев контрабандного переезда пресмыкающихся, включенных в приложения СИТЕС. (Конечно, скрытые контрабанда и браконьерство куда масштабнее.)

Таким образом, международная торговля сейчас не представляет серьезной угрозы существованию отечественных рептилий. В России им гораздо больше угрожают разрушение мест обитания, безжалостное уничтожение вандалами, автодороги.

Но значит ли это, что проблемы сохранения и эксплуатации змей в Азии нас никак не касаются? Конечно, нет! По целому ряду причин. Назову две основные. Первая — проблема сохранения глобального биоразнообразия не имеет государственных границ. Вторая — методология, разрабатываемая международным мозговым штурмом, важна не только для решения данной конкретной задачи, но и для разработки стратегии и тактики сохранения змей во всех аспектах и в любых масштабах. ■

От музейных коллекций к живым птицам

П.В.Квартальнов,

кандидат биологических наук

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В.В.Самоцкая

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

А.Г.Абдулназаров,

кандидат биологических наук

Памирский биологический институт им.Х.Ю.Юсуфбекова АН РТ

Душанбе (Таджикистан)

История изучения большеклювой камышевки (*Acrocephalus orinus*) полна тайн, интриг и недоразумений*. Долгое время эта птица была известна по единственному экземпляру, добытому А.О.Юмом в 1867 г. на севере Индии. Только после 2002 г., когда удалось доказать видовую самостоятельность большеклювой камышевки, орнитологи начали находить новых птиц этого вида и в природе, и в музейных коллекциях, где они хранились под именем более обычного вида — садовой камышевки (*A.dumetorum*).

Значительное число птиц, обнаруженных в коллекциях музеев мира (в том числе серия из восьми большеклювых камышевок, выявленных Е.А.Кобликом и Я.А.Редькиным в собрании Зоологического музея Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова), были добыты на территории Горного Бадахшана — вероятной области гнездования большеклювой камышевки. Неопубликованные наблюдения В.В.Кашинина, представленные в рукописи, найденной в библиотеке кафедры зоо-



Большеклювая камышевка.

* Подробнее см.: Квартальнов П.В., Ива-
ницкий В.В., Марова И.М., Самоцкая В.В.
Заколдованная птица: история больше-
клювой камышевки // Природа. 2011.
№6. С.35—40.



В гуще колючих зарослей облепихи трудно увидеть гнездо большеклювой камышевки, а еще труднее до него добраться.

логии позвоночных МГУ, указывают на то, что птицы из коллекции Зоомузея МГУ, добытые в 1976 г. Б.Н.Гуровым в долине р.Гунт, собраны в начале периода размножения. Гнездование большеклювой камышевки в Бадахшане было подтверждено РАйе с коллегами, встретившими в 2009 г. птиц этого вида со слётками в долине р.Шахдара. Однако до последнего времени орнитологи не находили гнезда большеклювой камышевки. Изучение этой птицы в местах размножения — одна из основных задач нашей экспедиции в Таджикистан в 2011 г.

Первая удача ждала нас в коллекциях Института зоологии и паразитологии им.Е.Н.Павловского (Душанбе). Там, в серии птиц, добытых А.В.Поповым и Ю.В.Щербиным в июле 1961 г. в долине р.Ванч, мы нашли три экземпляра большеклювых камышевок. Птицы собраны в том месте и в то время, где Попов наблюдал камышевок с выводками. Таким образом, еще одно место гнездования этого вида удалось выявить с помощью музейных коллекций.

Мы планировали обследовать долину р.Гунт (откуда, напомним, происходят большеклювые камышевки, собранные Гуровым), однако вначале решили исследовать заросли ивы и

облепихи в долине р.Пяндж у кишлака Зумудг (Ишкашимский р-н Горно-Бадахшанской АО), на границе Таджикистана и Афганистана.

В начале наблюдений (10 июня) большеклювые камышевки были редки, но уже спустя месяц (к концу первой декады июля) стали обычны. В июле на площади 1 км² мы насчитали не менее 15 гнездящихся пар. Одни из них селились неподалеку от соседей, другие — на удалении. Самцы пели в первой половине дня, после обеда им мешал сильный ветер,

а нередко и пыльная буря. Ночное пение, столь характерное для садовой камышевки, у большеклювой не отмечено.

Самцы оставались холостыми недолго — обычно не более суток. Самка выбирала место для гнезда, как правило, в гуще колючих зарослей облепихи, где его трудно обнаружить и еще труднее до него добраться. Постройка большеклювой камышевки состоит из трех слоев. Внешний — выплетен из лубяных волокон ивы, ломоноса, солодки, а также из старых листьев и стебельков



Кормление птенцов.



Птенцы горной теньковки — ближайшего соседа большеклювой камышевки.

злаков, осоки и из другой растительной трухи, хорошо камуфлирующей гнездо в зарослях. Средний слой (отсутствующий у садовой камышевки) состоит из шерсти, растительного пуха, иногда перьев. Лоток выстлан волокнами луба стеблей ломоноса. Паутину большеклювые камышевки в отличие от садовой не используют. Мы встречали гнезда, закрепленные в развилках веточек облепихи или ломоноса, но чаще нам попадались постройки, приплетенные к вертикальным опорам (например, стеблям тростника, полыни, солодки, ивы, злаков).

В кладке большеклювой камышевки всего четыре яйца, реже три, иногда — два или пять (у садовой — пять-шесть). Многие яйца оказываются поврежденными или неоплодотворенными (возможно, из-за того, что птицы испытывают дефицит кальция), поэтому в выводке может оказаться всего один птенец. Нередко гнезда разоряют сорока (*Pica pica*), туркестанский жулан (*Lanius phoenicuroides*) и домашняя кошка. Для гнезд и слетков серьезную опасность представляет солонгой (*Mustela altaica*), мы находили

разоренные им гнезда других птиц. В случае потери кладки или выводка пара остается на своем участке и приступает к повторному строительству гнезда.

Большеклювая камышевка — моногамная птица. Брачные партнеры надолго не расстаются, вместе заботятся о потомстве — насиживают кладку, выкармливают птенцов и т.д. Однако самцы, если у них есть такая возможность, летают на соседние участки, пытаются ухаживать за чужими самками. Они негромко поют или трепещут крыльями, пытаясь привлечь внимание самки, пока ее партнер кормится на удалении.

Вскоре после образования пары самец перестает долго и громко петь, но не замолкает совсем. Большеклювые камышевки живут в густых зарослях, и самцы используют пение для поддержания контакта с самками. Многие гнезда мы находили, ориентируясь именно на пение самца и «позвонки» самки.

Любопытная особенность большеклювой камышевки — продолжительный прилет на места гнездования. Камышевки прибывают в Бадахшан в конце мая, в начале июля в зарослях

у кишлака Зумудг в гнездах уже появлялись птенцы, некоторые из них начинали оперяться. 2 июля мы обследовали заросли рядом с кишлаком Лангар в 45 км от Зумудга, у истоков Пянджа, в месте слияния рек Памир и Вахандарья. Мы рассчитывали найти гнезда с кладками, но оказалось, что большинство самцов в том месте были еще холостыми, они активно пели. Мы нашли всего две только-только образовавшиеся пары, выбирающие места для гнезд.

Всего на р.Пяндж мы обнаружили 15 гнезд, построенных большеклювыми камышевками в 2011 г., и семь — в 2009—2010 гг., измерили полсотни яиц, сделали описание гнездовых птенцов, записали пение нескольких самцов, собрали образцы крови взрослых птиц и птенцов. Анализ ДНК уже подтвердил, что отловленные птицы относятся к большеклювым камышевкам. Мы надеемся, что дальнейший анализ покажет, насколько распространены у большеклювой камышевки внебрачные копуляции, т.е. часто ли самцам удается добиваться благосклонности у чужих самок.

Три гнезда найдены и в долине р. Гунт, в том числе недалеко от того места, где камышевок наблюдал В.В.Кашинин. По видимому, птицы обитают также по рекам Кокча, Бартанг, Вахандарья и Памир. В дальнейшем предстоит выяснить, гнездятся ли большеклювая камышевка за пределами Бадахшана, проследить пути пролета, найти места зимовок этого вида. Сделать это можно не только в ходе полевых экспедиций, но и при дополнительном изучении музейных коллекций. Пока же собрание Зоологического музея МГУ пополнилось новым экспонатом — гнездом большеклювой камышевки с кладкой. Оно послужит материалом для будущих исследователей жизни этого вида. ■

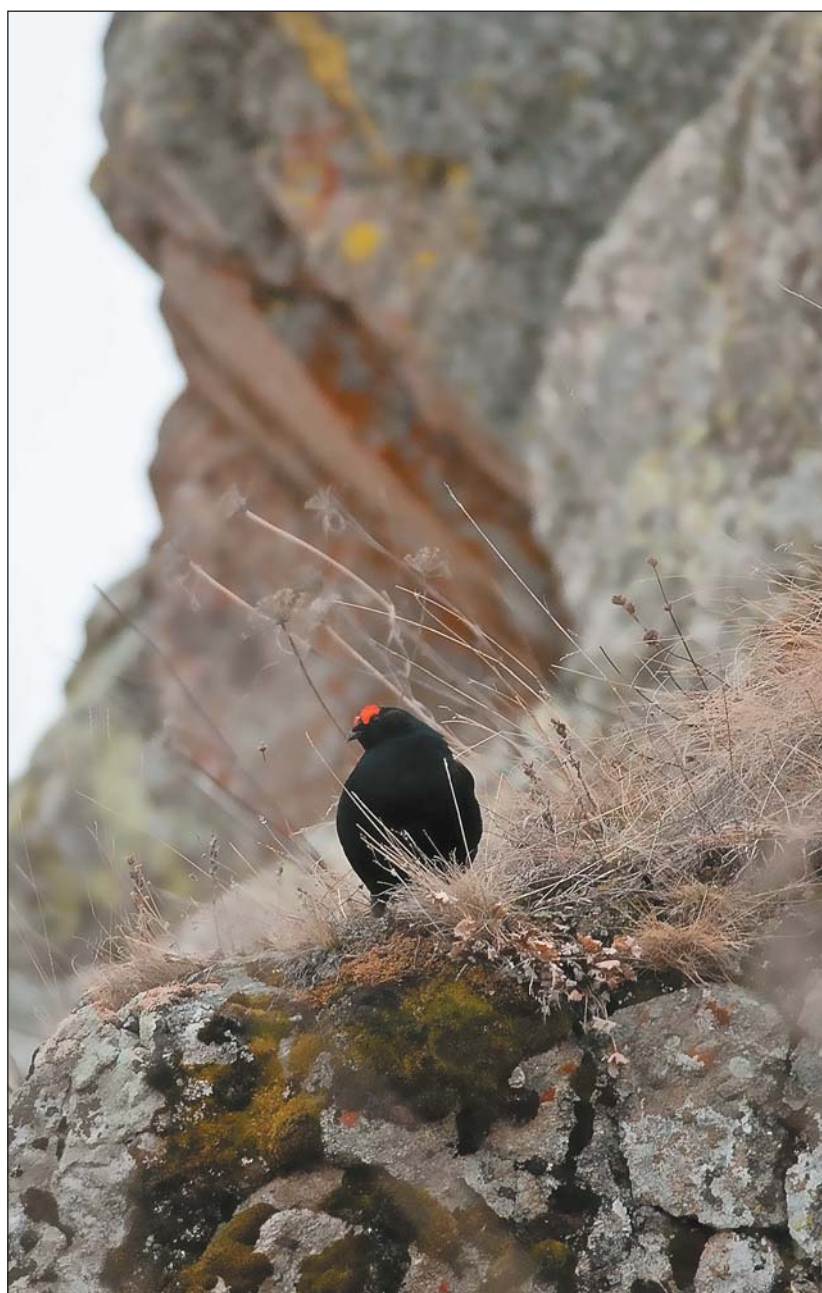
Работа выполнена при поддержке Rufford Small Grants Foundation (Великобритания) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект 01-04-01363).

Кавказский тетерев, птица скрытная

В.И.Булавинцев,
кандидат биологических наук
Москва

Стрость, как известно, сильнее разума, и никакие доводы совладать с ней не в силах. И уж если что втемяшится в голову человеку страстно увлеченному, тому и быть. Вот так и мы с товарищем, как и я, зараженным фотоохотой, оказались в конце апреля далеко от дома — в Тебердинском заповеднике. Предстояло подняться в горы на 1200 м из пос.Теберда, что находится на высоте 1300 м. В общем, мы собирались туда, где живет и весной токует обитатель малодоступного высокогорья — кавказский тетерев (*Lyrurus mlokosiewiczi*), птица скрытная. Обитает этот вид выше границы леса, в березовом криволесье и на высокогорных лугах, где пологое место сыскать непросто — все больше крутые склоны кругом.

Сам подъем можно означить лишь одним словом — кошмар. Сначала шли, потом лезли и в конце уже ползли. Чем дальше, тем круче, а вещи, что на нас навьючены, все тяжелее. Поначалу двигались вдоль речки Малая Хатипара, но вскоре, перейдя ее по мостику из нескольких бревнышек, ушли тропой в пихтарник. Многочасовой изнурительный подъем, без просвета на его окончание. Поднялись на тысячу метров, сил уже не остается, а нужно еще метров на двести подняться круто вверх. Тут не то что идти, смотреть на вершину склона — «шапка падает». Пять-десять метров карабканья с тяжелым рюкзаком на спине, и уж никакого воздуха не хвата-



Скрытный тетерев облюбовал каменную плиту, покрытую накипным лишайником. Здесь и далее фото автора

© Булавинцев В.И., 2011



В таких горах кавказский тетерев живет весной.

ет, сердце тяжелым комом в груди бухает, а тут еще и новая напасть — снежник. Снег «гнилой», влагой налитый, нашего проводника А.Н.Бока, прямого потомка прусских тевтонских рыцарей, еще держит, а товарищ мой и спутник по тетеревиной авантюре — человек не шуплый, да еще с рюкзаком себе под стать — выше колен вязнет. Я за ним в снежные колодцы тяжелыми альпинистскими «ботами» в снег ухаю. Мука, да и только.

Но все когда-нибудь кончается. Дошли наконец за восемь часов до полуразрушенной избушки на гребне горы. Слева — крутой свал сверкает свежей зеленью горных сосняков, справа тоже крутизна, но в саване еще не стаявшего снега, с редкими куртинами березового криволеся. Показал нам Алексей Нико-

лаевич место, на котором не один десяток лет кавказские тетерева токуют, и ушел вниз — дела не терпят. А мы остались на шесть дней в неустроенности быта (тут даже воды нет, снег топить на горелках пришлось), но с надеждой на удачу.

Склон, на котором предполагался ток, крутой, и только в верхней части полоса метров в сто оттаяла. Ниже талой полосы снежное поле еще метров на семьсот простерлось, тоже отнюдь не пологое. Заходить на ток можно только в одном месте — по узкой тропке, обозначенной в скальном взлобке. Полочка, по которой в полной темноте с налобным фонарем идти следует, узенькая, только ногу поставить. Внизу валуны, оступишься — костей не соберешь. Сам склон покрыт прошлогод-

ней травой. По нему, в той же тьме кромешной, до скрадка метров двести.

Снимали несколько дней, но все не очень удачно. Рано петухи со своего ристалища улетают, темно еще для съемок. Но один раз «повезло». Вышли с утра затемно, около четырех, светает в горах после пяти. Пасмурно, тепло. Добежали быстро, без приключений. Сидим, ждем. Как положено, в начале шестого, еще в сумерках, подали голова два петуха — снизу, со снежника. Они всегда сначала снизу на заснеженной части склона появлялись. Там и бродили, пока не развиднеется. Светает понемногу, но облачно. Ближний ко мне петух прошел вверх по крутому склону на оттаявшую часть тока, посидел там чуток, поточкавал самую малость. Это зна-

чит, потоптался, надуваясь, по-свиристал тонюсенькой трелькой, подлетел раз-другой косою свечкой вверх и улетел еще в сумерках. Вот и весь ток, зачем только с утра пораньше сюда тащились?

Сидеть неуютно, скрадок маленький. Он к большому камню притулен на крутом склоне. Вокруг камня куст можжевельного стланика распластан, а поверх него — шапка снега, мной утоптанная. Вот здесь, на снежной подушке, и стоит скрадок, за углы к веткам можжевельника привязанный, чтобы сильным ветром не снесло. Смотрится скрадок со стороны как валун-глыба. Светает, ветерок время от времени засидку дергает, колышет, ветер здесь порывистый, с горным норомом. Совсем уже думалось — зря сiju. Ан нет. Вижу, далеко, метрах в двухстах, снизу бежит по снежному склону, черным шариком катится петух в мою сторону. К палатке не пошел, стороной понизу бежит к кустам можжевельника, по склону редко рассыпанным. Там же и березки криволеся кое-где на круче зацепились, и одинокая сосна виднеется. Добежал петух до сосны и пропал из виду. Потом на дальнем крае травянистого склона объявился, только голова в длиннофокусную оптику видна. Снимать далеко. Метров на пятьдесят выше мой коллега тоже в засидке птиц выжидает. Мало-помалу стал петух в нашу сторону поверх косогора подходить. Облюбовал себе глыбу каменную, накипными лишайниками усыпанную, походил по ней и отдыхать уселся. Снимать можно, но остатки прошлогоднего высокотравья все дело портят. То размытым контуром петуха застыт, то семенной коробочкой под самый глаз птицы в кадр попасть норовят. У товарища моего «Canon Mark 3D», у него затвор в бесшумном режиме не щелкает, а шелестит, но все-таки слышно. Позже встал тетерев и пошел от нас, как и пришел, по верху склона. Про-

пал на краю травянистого укоса и только минут через десять на снежнике объявился. Пробежал по нему и за гребнем снежного заноса скрылся.

Ноги стыннут, спина немеет. Кусок «пенки» — не лучшее кресло в тесном скрадке. Совсем уж было начал собираться, камеру со штатива снял — и надо же, снизу, как черт из табакерки, снова тетерев катит в мою сторону. Солнца так и не видно, только зарево красноватой полоской над вершинами гор багровеет, пасмурно. Подбежал петух к луговине, что от меня левее метрах в тридцати пожухшей прошлогодней травой темнеет, стал токовать. Пробежится чуток, надуется, пискнет чуть слышно — и вертикальной свечкой вверх на метр-полтора черным сполохом трепещущих крыл взмоет. Потом поближе — метрах в пятнадцати от меня — на снежнике токовать стал. Снимаю, а самому не верится, что все это наяву. Еще пару дней назад осторожны были птицы, а теперь, видно, привыкли к скрадку. Рядом петух токует, и непогода ему нипочем.

Уж и дождь начался, а тетерев не унимается. Мокну понемногу, плащ-то в избушке оставил, но аппарат полиэтиленом укрыл. Дождь не перестает, а тут еще пара тетерок на снежнике появилась. Петух мой и вовсе ополоумел. Мокну дальше. Запасной одежды с собой в горы не взял, подъем был тяжелый, груз — неумоготу. Одного фото- и видеожелеза полный рюкзак. Сохнуть негде, если непогода затянется, дело плохо. Печка в избушке порушена, там даже в жару полуденную как в сыром погребе. А дождь не унимается. Туман, сыро, неуютно. На мою удачу ушли тетерева за верхний заснеженный гребень склона, тонущий в тумане. Вылез из скрадка, рюкзак на спину, штатив в руки и, согнувшись в три погубели, по нижней части склона восвосяи поковылял. Вылез наверх, где поровнее, тут и товарищ меня догнал.



Тетерев на току: подлетит свечкой на метр-полтора и приземляется.

После обеда солнышко выглянуло, обсушился. Вот и поди ж ты, как бывает. Когда ехал в Теберду и восемь часов в гору лез с грузом, мечтал на птиц хоть одним глазком глянуть. А тут в хлябь и непогоду до того на них насмотрелся, что готов был ко всем чертям послать, лишь бы убрались к себе и дали уйти в лагерь, обсохнуть и согреться в спальнике. И все ж не жалею. Непросто было, хлопотно, но того стоило. Видел и снял-таки кавказского тетерева, удовлетворил страсть фотоохотника... до следующего раза. ■

ПРИРОДА

популярный
естественно-исторический журнал

Под редакцией

Проф. Н. К. Кольцова, Проф. Л. А. Тарасевича
и Акад. А. Е. Ферсмана

№ 8—9

ГОД ИЗДАНИЯ ОДИННАДЦАТЫЙ

1922

К вопросу о происхождении человека

С.И.Руденко

В истекшем году Институтом человеческой палеонтологии в Париже издана капитальная работа известного французского палеонтолога М.Буля — ископаемые люди*. Автор многочисленных работ по доисторической антропологии и исследования о знаменитом скелете старика неандертальской расы из la Chapelle-aux-Saints, Буль в своей последней работе, лекциях, читанных им в Музее Jardin des Plantes, подводит итог всем нашим сведениям по палеонтологии человека.

После работы Осборна (1916) книга Буля представляет интерес не только новизною использованной им литературы, но и оригинальностью ряда защищаемых им положений.

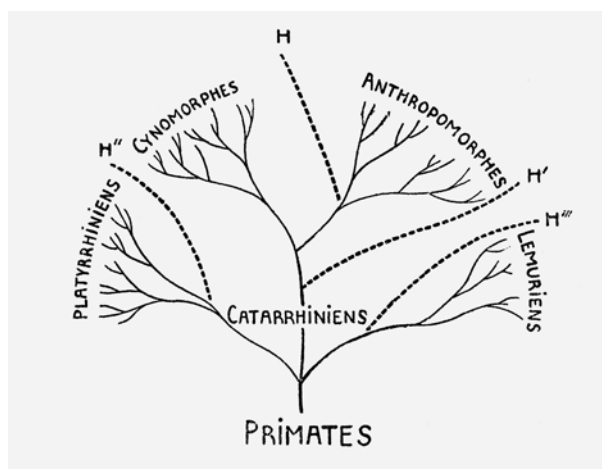
Появление человека на Земле на основании палеонтологических соображений Буль считает возможным не ранее как во второй половине третичного периода, в миоцене, вероятнее же в плиоцене. С четвертичного времени человек занимает если не весь свет, то во всяком случае уже большую часть земной поверхности, о чем свидетельствуют повсеместные находки его орудий.

Это обстоятельство также заставляет отнести происхождение человека к более древнему, чем четвертичный, периоду, хотя никаких действительных доказательств существования человека в третичную эпоху мы не имеем. Остатки человеческих скелетов, относимые к третичному време-

ни, очень сомнительны; к эолитам же как к доказательству существования третичного человека Буль относится вполне отрицательно.

С точки зрения Буля, человечество образует не более как одно семейство, которое свелось в наши дни к одному роду *Homo*. Что касается вопроса генеалогических соотношений между различными человеческими ветвями, стволами и ветвями приматов, то он дает интересную диаграмму, изображающую различные гипотезы генеалогических соотношений человека с другими группами приматов.

Швальбе, Осборн, Кляч, Фриденваль и др. считают человека одним из ответвлений человекообразных обезьян (Н). Дарвин, Геккель полагают,



* Boule M. Les hommes fossiles. Elements de paleontologie humaine. Masson; Paris, 1921.

что человеческая ветвь рано отделилась от прародительской ветви узконосых обезьян (Н'), Карл Фогт, Амегино, Сера и др. производят человека от широконосых обезьян (Н''). Наконец, Коп спускается до наиболее древних приматов, лемуринов (Н'''), а анатом Вуд Джонс (1918) без колебаний считает маленьких тарзий наиболее близкими человеку современными животными формами. Автор склоняется более к гипотезе Н'. Вопреки большинству ученых (Кит, Грегори, Осборн), рассматривающих питекантропа, как боковое ответвление, отходящее от человеческой ветви, Буль, в согласии с Вольцем (1907) полагает, что питекантроп, найденный в зоологической провинции современного распространения гиббонов, мог быть крупным видом или родом гиббонов или соседнего рода, принадлежащего к той же группе.

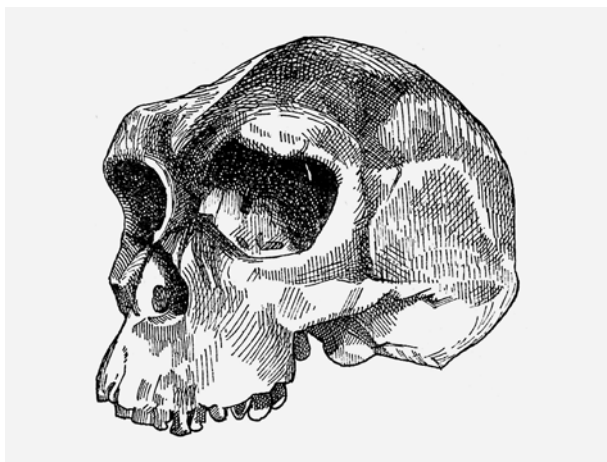
Наиболее древним из достоверных остатков человека, или, точнее, предшественника человека (*pre'homme*) Буль считает известную гейдельбергскую челюсть, которую он относит к древней шельской эпохе. Второй по древности находкой он считает пресловутого пильтдаунского *H.dawsoni*, но, вопреки Осборну и особенно Вудварду, полагает, что она не только моложе гейдельбергской находки, но относится к гораздо более поздней ашельской эпохе. Считая пильтдаунскую находку в существенных чертах сомнительной, полагая, что найденные в Пильтдауне череп и нижняя челюсть совершенно независимы друг от друга, отмечая, что череп по строению почти современный, а нижняя челюсть, по-видимому, обезьянья, Буль, как и в предыдущих своих работах, почему-то не решается игнорировать эту находку и строит на основании ее ряд выводов, которые нам кажутся недостаточно убедительными. Он полагает, что в начале четвертичной эпохи в Западной Европе уже существовали люди разных типов, что *H.sapiens* в Европе жил раньше *H.neandertalensis* и т.п. По вопросу о неандертальской расе Буль придерживается тех же взглядов, которые были высказаны им еще в 1913 г. Неандертальцев он считает особым видом, отличным от *H.sapiens*, так как они представлены известным количеством постоянных черт, которые нормально не встречаются в своей совокупности ни у одной из современных рас. Весьма возможно также, что неандертальцы являются видом более древним, чем на то указывает геологический возраст слоев, в которых мы их находим, что неандертальский тип уже в среднем плейстоцене являлся типом отсталым, пережитком прародительского прототипа. Вид этот, происхождение которого чрезвычайно древнее, угас в верхнем плейстоцене, не оставив потомства. Буль, как Осборн, Вудвард и др., полагает, что одновременно с неандертальским типом, бок о бок с ним, жил уже другой тип, предок *H.sapiens*, по отношению к которому неандертальцы являлись тем же, чем современные низшие расы являются по отношению к расам высшим.

Вследствие недостаточности палеонтологических документов трудно решить, в какой стране впервые появился человек. Первая мысль, которая естественно приходила в голову антропологам, — будто бы современное обитание так называемых примитивных рас должно считаться и местом их происхождения. Подобное разрешение этого вопроса предлагалось и полигенистами, такими как Агассиц. Ту же точку зрения (до известной степени) в последнее время (1918) поддерживает и Жюффрида Руджери, признающий столько же колыбелей, сколько и элементарных человеческих видов (белый, желтый и черный). Однако уже Катрфажем было отмечено, что этот, если можно так выразиться, изначальный космополитизм находится в противоречии с общими данными зоогеографии. Буль, допуская единую колыбель человечества на основании данных палеонтологии приматов, полагает, что человек — продукт Старого Света и на старом континенте надо искать нашу колыбель. По поводу теории американского палеонтолога Мэтью (1915), будто бы центром распространения человечества было великое плато Центральной Азии, Буль замечает, что Азия, без сомнения, играла крупную роль в расселении человеческих групп, но мы не можем утверждать, что она была ареной преобразования антропоидной дочеловеческой стадии в стадию человеческую. Мы не в праве исключить в этом случае Африканский континент, до сих пор еще полный загадочности, а быть может, также и некоторые части земли, погребенные в настоящее время под водами океанов.

Во всяком случае несомненно, что на вопрос о происхождении человека должно пролить свет изучение Азии и Африки; эти страны были величайшими лабораториями жизни и, вероятно, центром последовательной выработки человечества, начиная с наиболее примитивных типов, близких к животным, и до тех, которых мы видим на заре цивилизации.

К сожалению, мы имеем слишком мало находок ископаемого человека вне пределов Европы; а те, которыми мы располагаем, недостаточно хорошо изучены. Наибольший интерес представляет находка, сделанная в 1914 г. в Юго-Западной Африке, в местности Боскоп в Трансваале, описанная Хотом (1917). К несчастью, условия находки были таковы, что невозможно точно определить возраст найденной там черепной коробки человека. Черепная коробка эта замечательна своею платицефалией и своими огромными размерами (длина 205 мм, ширина 154 мм*); лоб узкий, сосцевидные отростки малы, но хорошо отделены; сочленованные, гленоидальные впадины широкие и мелкие. Наиболее замечательная особенность этого черепа — сильно развитый гребень, расположенный

* Бром считает эти цифры менее действительных, полагая, что наибольшая длина 220 мм, ширина 160 мм и высота 148 мм.



Череп из Брокен Хилла в Родезии.

над сосцевидными отростками; это обезьянья черта, хорошо выраженная в черепах неандертальской расы. Общая же форма черепной коробки скорее напоминает тип негроидный или позднепалеолитический кроманьонский. Элиот Смит, изучивший слепок внутренности черепа, обратил внимание на уплощенную его форму и на некоторые другие признаки, также сближающие череп из Боскопа с неандертальским типом.

Еще больший интерес представляет другая южно-африканская находка остатков человека, предварительное сообщение о которой сделано прошлой осенью директором палеонтологического отдела Британского музея Вудвардом*. В Южной Африке, в северо-западной Родезии, в пещере Брокен Хилл, среди многочисленных остатков животных, принадлежащих видам, до настоящего времени живущим в Родезии или мало от них отличающимся, неоднократно были находимы в изобилии костяные и каменные орудия грубой работы, а в конце прошлого лета из глубины той же пещеры были извлечены почти полный человеческий череп, обломок верхней челюсти другого черепа, крестец, большая берцовая кость и два конца бедренной кости. Кости эти осенью были привезены в Англию и переданы в Британский музей.

Наибольший интерес представляет собою череп из Брокен Хилла. Его типичная человеческая краниальная часть со стенками нормальной для европейцев толщины отличается весьма значительной емкостью. Широкое и массивное лицо по виду гораздо более обезьянье, чем хорошо известно нам лицо неандертальца. Крупные, вздутые надбровные дуги сильно развиты. Черепной свод с первого взгляда кажется очень похожим на свод яванского питекантропа, так как на нем мы наблюдаем тот же, что и у питекантропа, небольшой

срединный лобный гребень, достигающий своей наибольшей высоты в области венечного шва. Размеры черепа из Родезии почти такой же величины, как размеры черепа из Боскопа (наибольшая длина 210 мм, наибольшая ширина 145 мм, высота 131 мм). Сосцевидные отростки сравнительно малы, а расположенный над ними гребень сильно выдается, но слуховой проход — типичный для человека, короткий и широкий. Затылочное отверстие занимает свое обычное, сдвинутое вперед положение. Лицевые кости очень похожи на неандертальские, в особенности крупные, плоские челюсти, не имеющие fossae caninae. Нижний край носового отверстия сходен с неандертальским, но типичный человеческий передний носовой шип ясно различим. Небо громадных размеров, но при всем том вполне человеческое, так как оно глубоко сводчатое и охвачено подковообразным рядом зубов необыкновенно больших и также вполне человеческих. Клыки не крупнее нормальных, второй коренной зуб квадратной формы (13.5 мм), третий сильно редуцирован. К сожалению, нет нижней челюсти, но размеры неба и ширина височных впадин указывают на то, что она должна была быть очень массивна. Даже гейдельбергская челюсть несколько уже и короче, чем должна быть эта челюсть.

Хотя череп из Родезии весьма похож на неандертальские черепа, но его общая форма и положение затылочного отверстия столь отличны, что Вудвард колеблется, отнести ли череп из Родезии к неандертальской расе. Основанием к этим колебаниям служат найденные вместе с черепом кости конечностей, ибо большая берцовая длинна и тонка, типично современного характера, а концы бедренных костей в своих основных чертах сходны с таковыми высокого современного человека, чем они существенно отличаются от костей конечностей неандертальской расы. Поэтому пещерного человека из Родезии Вудвард рассматривает, как новую форму *H. rodesiensis*, специфически отличную от *H. neandertalensis*.

Если принять во внимание указание Эл. Смита, что черепная коробка в своем эволюционном развитии идет впереди лица, что преобразование лица было, по всей вероятности, последним шагом в эволюции человеческого костяка, если мы примем во внимание, что череп из Родезии — не первая находка неандертальского типа, правда несколько эволюционировавшего, то мы можем сделать два существенных вывода из этой палеоэтнологической находки. Во-первых, неандертальская раса некогда имела гораздо более широкое распространение, чем это до последнего времени думали, и, во-вторых, неандертальский человек, по-видимому, действительно предок *H. sapiens*, ибо *H. rodesiensis* сохраняет почти неандертальское лицо в сочетании с более современной черепной коробкой и вполне современным скелетом.

* Smith Woodward. T.B.S. A New cave man from Rhodesia. South Afrika. Nature. November 17. 1921.

Шаги антропогенеза

С.В.Дробышевский,

кандидат биологических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

В конце XIX и начале XX в. эволюция предков человека представлялась довольно простой, поскольку основывались на европейских дриопитеках, одной находке яванского питекантропа, нескольких неандертальцах и кроманьонцах.

Наглядным примером такой кажущейся простоты могут служить книга М.Буля «Ископаемые люди» и посвященная ей статья С.И.Руденко «Последние данные к вопросу о происхождении человека», опубликованная в 1922 г. в журнале «Природа». Показательно, что в статье упомянуто всего шесть находок — питекантроп (которого Буль считал гиббоном), нижняя челюсть из Гейдельберга (которую относили к эпохе шелля, ныне не выделяемой), пильтдаун (которого и Буль, и Руденко справедливо считали крайне сомнительной находкой, что и было доказано много лет спустя), неандерталец из Ля Шапель-о-Сен (неандертальцев Буль считал отдельным видом, не оставившим потомков), и черепа из Брокен Хилла (тогда с сомнениями включенный в число «тропических неандертальцев» или самостоятельный вид человека родезийского, ныне относимый к человеку гейдельбергскому) и Боскопа (чья датировка, видимо, довольно поздняя, почему его нельзя напрямую сопоставлять с неандертальцами). Замечательно, что в статье Руденко как равноправные рассматриваются концепции происхождения человека от широконосых обезьян, и гипотеза об азиатской прародине человека, упоминаются

также «части земли, погребенные в настоящее время под водами океанов», — положения, несостоятельность которых ныне не вызывает разногласий.

Как бы схематичны ни были построения, основанные на столь фрагментарных данных, в корне они были верны, а все новые и новые находки расширяли и уточняли знания о наших предках. В 1908 г. был найден человек гейдельбергский, впрочем, занявший свое прочное место на эволюционном древе гораздо позже, с появлением надежных методов датирования. В 1910 г. появилось описание первого индийского сивапитека, а в 1925-м — первого австралопитека из Южной Африки.

В последующем находки этих приматов посыпались как из рога изобилия; вскоре в том же регионе обнаружили массивных австралопитеков — парантропов. Перед началом Второй мировой войны научный мир обогатился ценнейшими находками синантропов в пещере Чжоукоудянь под Пекином, а также неандертальцами и их родственниками из пещер Схула и Табуна (Палестина). Палеоприматологи, в свою очередь, в 1933 г. получили в свое распоряжение первые останки африканских проконсулов. В 1959 г. Л.Лики обнаружил в Олдувае (Танзания) первого массивного австралопитека Восточной Африки, а в 1964 г. описал *Homo habilis* и нашел его примитивнейшие орудия труда. Начиная с 1970-х годов ряд экспедиций открыли богатейшие местонахождения ископаемых в Эфиопии и Кении; работы там не прекращаются и поныне. В 1978 г.

на основе материалов из этих стран были описаны афарские австралопитеки и человек рудольфский.

Таким образом, к 1980 г. основные штрихи картины эволюции человека, казалось, были уже известны. Древнейшие человекообразные обезьяны из Индии и Восточной Африки на страницах учебников «оспаривали» право называться нашими прямыми предками. Их линию продолжали австралопитеки, причем среди них выявилась тупиковая линия парантропов. *H.babilis* и *H.rudolfensis* — человек умелый и человек рудольфский — оказались первыми изготовителями каменных орудий труда. *Homo erectus* и *Homo heidelbergensis* — «человек прямоходящий» и «человек гейдельбергский» — стали первопроходцами в Азии и Европе. Неандертальцы в работах одних исследователей претендовали на роль наших предков, в работах других занимали скромную роль двоюродных прапрадедушек. Наконец, обилие находок древних людей современного вида позволяло строить догадки относительно происхождения рас и расселения их по планете. Казалось бы, картина достаточно полная и ясная...

Однако за последние 10–15 лет палеоантропология обогатилась, наверное, больше, чем за предыдущие 100 лет. Если в начале века останки наших предков исчислялись единицами, то сейчас — тысячами! Невозможно даже вкратце упомянуть все находки и сделанные на их основе заключения. Простое перечисление одних только открытий в области палеоприматологии заняло бы несколько

томов, поэтому лишь вкратце осветим наиважнейшие и самые яркие открытия в области антропогенеза.

Ископаемые приматы

Начнем с находки черепа сааданиуса (*Saadanius bijazensis*) из среднего олигоцена (28–29 млн лет назад) запада Саудовской Аравии, поскольку по морфологии и датировке сааданиус идеально заполняет пробел между древней группой проплиопитековых приматов, с одной стороны, и мартышковых с гоминидами — с другой. Проплиопитеков еще нельзя точно отнести ни к мартышковым, ни к человекообразным обезьянам, они слишком примитивны, а потому долгое время не находили прочного места в систематике приматов. В настоящее время сааданиус — последнее общее звено мартышковых и человекообразных, выделенное в особое надсемей-



Нижняя челюсть *Khoratpithecus piriyai* (10–13.5 млн лет), вероятного предка орангутанов. По: Nature. 2004. V.427. P.439–441.



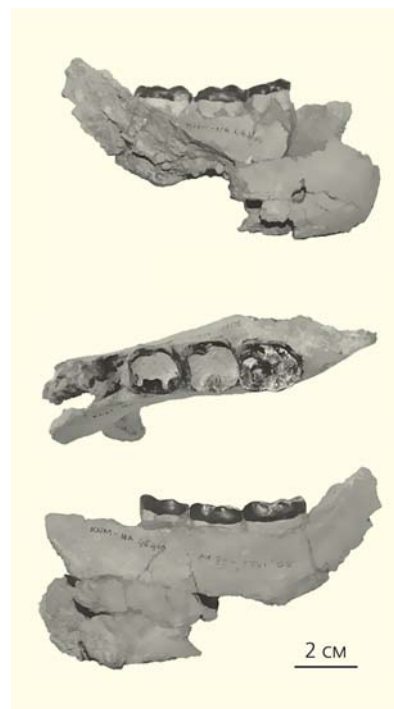
Зубы *Chororapithecus abyssinicus* (Эфиопия), видимо, прямого предка гориллы, жившего 10.5–10 млн лет назад. По: Nature. 2007. V.447. P.307.

ство сааданиоид (*Saadanioidea*) с единственным семейством сааданиид (*Saadaniidae*). Очередной узел эволюции теперь заполнен, а на филогенетических схемах вместо знака вопроса появилось новое название.

Необычайно расширились знания о проконсулидах — древнейших гоминидах, которых открыли в 1933 г. Сразу стало ясно, что обнаружено важнейшее звено эволюции. В последнее время особое внимание приматологи обращают на самые примитивные черты проконсулов, отличающие их от более поздних человекообразных обезьян. Некоторые исследователи предлагают даже выделять самостоятельное надсемейство проконсулоидов (*Proconsuloidea*). Сейчас известны сотни останков проконсулов, в том числе несколько почти целых скелетов. По одному из них, найденному в Кении в 1999 г., описаны новый среднемиоценовый род и вид *Nacholapithecus kerioi* (15 млн лет назад).

В 2002 г. ряд ранее известных ниже- и среднемиоценовых родов, ранее считавшихся проконсулидами, выделены в особое семейство дендропитецид (*Dendropithecidae*), и даже предложено повысить их ранг до надсемейства *Dendropithecoidae*. Описан также целый ряд человекообразных обезьян неясного так-

сономического положения, например *Ugandapithecus major* (2000) и *Kogolepithecus morotoensis* (2003) из миоцена Уганды, *Samburupithecus kiptalami* (1998) из миоцена Кении, *Otavipithecus namibiensis* (1992) из миоцена Намибии, *Langsonia liquidness* (1995) возрастом 475 тыс. лет



Челюсть и зубы *Nacholapithecus nakayamai* (Кения, 9.8–9.9 млн лет), последнего общего предка гориллы, шимпанзе и гоминид. По: PNAS. 2007. V.104. №49. P.19220.

с севера Вьетнама, а также множество прочих приматов.

В испанской провинции Каталония найдена и в 2004 г. описана значительная часть скелета родственного горилле *Pierolapithecus catalaunicus*, жившего в миоцене 12.5–13 млн лет назад. Сначала его даже отнесли к семейству Hominidae, хотя он отстоит от человека дальше, чем горилла. В 2009 г. изучен земляк и близкий родственник этого вида — *Anoiapithecus brevirostris* (11.9 млн лет). Близкий род *Ouranopithecus*, известный ранее из Греции, в 2007 г. пополнился турецким верхнемиоценовым видом *O.turkae* (7.4–8.7 млн лет назад).

В самое последнее время обнаружены останки наиболее вероятных предков орангутанов. Таиландские находки включают два вида: среднемиоценового *Khoratpithecus chiangmuanensis*, описанного в 2003 г. (10–13.5 млн лет назад) и верхнемиоценового *Kb.piriyai*, описанного в 2004 г.

До недавнего времени непосредственные предки ныне живущих человекообразных обезьян были неизвестны. А вероятно прямого предка гориллы — *Chororapithecus abyssinicus*, обитавшего на территории современной Эфиопии 10–10.5 млн лет назад, — описали в 2007 г. Тогда же изучены найденные в 2005 г. челюсть и зубы *Nakalipithecus nakayamai* из Кении (верхний миоцен, 9.8–9.9 млн лет назад) — последнего общего предка горилл, шимпанзе и гоминид, т.е. очередного «недостающего звена» эволюции. Важнейшая узловая точка эволюции оказалась заполнена. Правда, от накалипитека сохранилось крайне мало, зато теперь палеоантропологи знают, где и в каких слоях стоит искать новые останки. Так что важнейшие открытия не за горами. Особое значение накалипитеку придает тот факт, что хронологический разрыв между ним (еще четвероногим) и сахелянтропом (уже прямоходящим), хотя и весьма значите-

лен, но меньше, чем между накалипитеком и предшествующими ему обезьянами. Эволюционные линии заполняются.

Ранние австралопитеки

За последние 15 лет открыли целую группу самых ранних прямоходящих приматов — ранних австралопитеков. До 1978 г. древнейшими прямоходящими считались афарские австралопитеки. В 2002 г. описали, в основном по черепу, *Sabelanthropus tchadensis*, получившего имя Тумай. Это существо, обитавшее 6–7 млн лет назад на территории современной Республики Чад, было прямоходящим, но по множеству особенностей напоминало современную гориллу. Как следствие, многие палеоантропологи не относят его к нашим непосредственным предкам. Существенно, что сахелянтроп жил в Северной Африке, где до сих пор ископаемые находки были единичны. Прародиной человечества считалась Восточная Африка, где обнаружены не только самые многочисленные, но и самые древние наши предки. Теперь же в гонке пращуров в лидеры неожиданно вышла Северная Африка.

Вид *Orrorin tugenensis* в 2001 г. в популярной печати был назван «Человеком Тысячелетия». Оrrorины, обитавшие 5.6–6.2 млн лет назад на территории современной Кении, судя по бедренным костям, были прямоходящими. Однако строение плечевой кости и фаланги пальца на руке говорит о том, что по деревьям они лазали почти так же, как шимпанзе.

Все перечисленные находки интересны и замечательны, но меркнут на фоне *Ardipithecus ramidus*. Этот вид описали в 1994 г., а род — в 1995-м, когда стали известны многочисленные находки возрастом 4.4 млн лет из местности Арамис в долине р.Средний Аваш в Эфиопии. Все прошедшие между обнаружением (1994) и описанием

(в конце 2009 г.) ардипитека 15 лет международная группа исследователей занималась реставрацией рассыпающихся костей и воссозданием превратившегося в бесформенный комок черепа. Труды превзошли все ожидания: ардипитек как «идеальный обезьяночеловек» был признан величайшим научным достижением 2009 г.*

Сравнение ардипитека с проконсулами показало, что человек сохранил множество весьма примитивных черт, причем прежде всего в пропорциях челюстей и строении кисти и стопы, т.е. в тех частях тела, на особую «человечность» которых чаще всего обращают внимание. Гориллы и шимпанзе пошли по пути эволюции дальше, чем человек! Впрочем, человеческое самомнение заставляет считать такие особенности наших родственников «специализациями».

Анамские австралопитеки, описанные на основе находок в кенийских местонахождениях Канапои и Аллия Бей в 1995 г., будучи преимущественно прямоходящими, иногда могли передвигаться на четвереньках, опираясь на согнутые фаланги пальцев, как это делают гориллы и шимпанзе, о чем свидетельствует форма их лучевой кости. По этой и другим причинам не все антропологи видят этот вид в числе наших предков. Впрочем, какие-то группы анамских австралопитеков наверняка стали предковыми для следующего вида — афарского австралопитека.

Австралопитеки

В последние годы найдено множество новых останков африканских и афарских австралопитеков, из которых наиболее интересен скелет детеныша из Дикики (Эфиопия). Несмотря на многие очень примитивные черты, ростовые процессы го-

* Подробнее см.: Дробышевский С.В. «Недостающее звено» // Природа. 2010. №6. С.24–29.



Череп детеныша *Australopithecus afarensis* из Дикики (Эфиопия, ~3.3 млн лет). По: Nature. 2006. V.443. P.332—336.

ловного мозга были скорее человеческими, нежели обезьяньими. Замечателен также скелет *Australopithecus afarensis* из Ворансо-Милле в Эфиопии, имеющий большие размеры и более человеческие пропорции, чем это доныне предполагалось для австралопитеков.

Африканские австралопитеки (*Africanus*) стали известны науке первыми, еще в 1925 г. Понятно, что их строение изучено очень хорошо. Но и сейчас в этой области возможны новости. Так, на недавно найденном скелете (древнейшем для этого вида) из грота Сильберберг (Южная Африка) обнаружился сильно отставленный большой палец стопы, что не ожидалось для прямоходящего существа. Большинство исследователей считают вид африканских австралопитеков тупиковым и не числят его в наших предках.

Обломок челюсти *A.babrelg-bazali* (3.0—3.5 млн лет), обнаруженный в 1996 г. в Республике Чад, по большинству характеристик очень похож на челюсть *A.afarensis*. В 2001 г. группа ученых описала новый кенийский род и вид *Kenyanthropus platyops*, живший 3.5—3.2 млн лет назад. Впрочем, самостоятельность и этого вида можно поставить под сомнение, ведь по

большинству черт кениантроп мало отличается от давно и хорошо известного вида *A.afarensis*. Однако некоторые ученые считают его предком более позднего и продвинутого человека рудольфского (*Homo rudolfensis*), одного из главных кандидатов на звание нашего прямого предка.

Грацильные австралопитеки (*A.garhi*), найденные в 1999 г. в Эфиопии, жили 2.5 млн лет назад. Это было переломное для гоминид время, когда они осваивали обработку камней. Австралопитек гари тоже был не чужд прогрессу — рядом с его останками нашли примитивные каменные орудия и расколотые кости антилоп. Важно, что австралопитек гари не был нашим предком, для этого его зубы и челюсти слишком специализированы. В одно время с ним появился *H.habilis* — «человек умелый». Он тоже встал на путь прогресса и, видимо, преуспел в этом больше, поэтому мы числим в своих предках именно хабилиса, а не гари.

Древнейшие *Homo* — «люди умелые»

Хабилисы были открыты в 1924 г., но лишь сравнительно недавно (в 1994 и 2002 гг.) стали известны древнейшие представители рода *Homo*: в Хадаре (Эфиопия) и в Начукуи (Кения) нашли фрагменты челюсти и зубы возрастом 2.33 и 2.34 млн лет.

В 2010 г. по двум фрагментарным скелетам из Малапы (Южная Африка) возрастом 1.8—2 млн лет описали новый вид *A.sediba*. По совокупности признаков он занимает строго промежуточное место между австралопитеками и ранними *Homo*. Собственно, даже не ясно, к какому роду правильнее относить это существо, поскольку в его строении равномерно распределены черты австралопитека и человека. Особое значение этой находки в том, что Южная Африка доны-

не считалась окраиной эволюционной арены, а теперь может рассматриваться как ее возможный центр.

Авторы, описавшие в 2010 г. по ранее известным находкам из Южной Африки новый вид *H.gautengensis*, отводят ему особое место в эволюции человека, хотя такая позиция уязвима по многим причинам. Этот ранний *Homo* можно рассматривать как продолжение линии *A.sediba* или как особый тупиковый вариант древних людей. Мнения исследователей в этом вопросе пока резко расходятся.

Архантропы — «люди прямоходящие»

Из прочих африканских находок последнего времени особого внимания заслуживают черепа из Буйи (Эритрея) и Боури (Эфиопия) возрастом в 1 млн лет. Находки этого периода очень немногочисленны, фактически это — самые первые *H.erectus* времени первых исходов из Африки. Неслучайно в строении их черепов есть черты, встречаемые у древнейших гоминид Европы и Азии.

Сам исход приобрел зримый образ в лице людей из Дманиси (Грузия). Их многочисленные останки стали известны с 1991 г. В настоящее время найдены уже пять черепов и почти полный скелет (вероятный возраст — 1.7 млн лет). Крайне архаичная морфология, промежуточная между *H.habilis* и *H.ergaster*, а также некоторые специфические черты позволяют говорить о тупиковости этих пионеров Евразии. Но факт достижения эволюционного уровня, достаточного для жизни за пределами африканской прародины, важен сам по себе.

В 2008 г. нашли останки древнейшего европейца: фрагмент нижней челюсти из пещеры Сима дель Элефанте (провинция Атапуэрка, Испания) с датировкой 1.1—1.2 млн лет назад. К несколько более позд-

ним временам относятся найденные в 1994 г. в окрестностях г.Чепрано (Италия) череп (800—900 тыс. лет назад) и кости нескольких человек (780 тыс. лет назад) из Гран Долина (Атапуэрка). Их описали как особый вид *H. antecessor*, предположительно предковый для *H. heidelbergensis*.

Из множества новых находок в Азии особо можно упомянуть череп возрастом 490—510 тыс. лет из Турции (р.Кокабас). Ведь эта страна до сих пор оставалась белым пятном на палеоантропологической карте, хотя неизбежно должна была лежать на пути расселения гоминид. Находка в Монголии (станция Салхит) не имеет датировки, однако по морфологии черепной крышки ее можно отнести к виду *H. heidelbergensis*. Это позволяет говорить об иных, более древних сроках заселения Центральной Азии и о новых представлениях об адапционных возможностях этого вида.

Палеоантропы — неандертальцы и предки сапиенсов

Серию зубов (200—400 тыс. лет назад) из пещеры Кезем в Израиле широко разрекламировали в популярной печати как принадлежащую древнейшим сапиенсам, хотя авторы открытия таких заявлений не делали. По морфологии зубов эти находки можно отнести к предкам людей «группы Схул-Кафзех», донные плохо известны.

Важнейшую и позднейшую китайскую находку возрастом 100—115 тыс. лет из пещеры Жижендун китайские антропологи склонны рассматривать как древнейшего сапиенса Азии, поскольку фрагмент нижней челюсти имеет зачаточный подбородочный выступ.

Впрочем, древнейшие сапиенсы мира обнаружены все же в Африке. В 2003 г. описали три черепа из деревни Херто в Эфиопии (154—160 тыс. лет). Смесь архаичных и прогрессивных



Черепы людей из Дманиси (Грузия), возможный возраст около 1.7 млн лет. По: Nature. 2007. V.449. P.305—310.

признаков позволила выделить новый подвид *H. sapiens idaltu*. В 2010 г. в Марокко (г.Темара) найден скелет ребенка семи-восьми лет, жившего 108 тыс. лет назад. Его описание пока не опубликовано, но это, возможно, один из древнейших сапиенсов Северной Африки.

Особого рода сенсация потрясла антропологический мир в 2004 г., когда в пещере Лянг Буа на индонезийском острове Флорес нашли карликовый вид людей — *H. floresiensis*. Эти люди ростом около 1 м жили 95—12 тыс. лет назад, обладали крайне малым мозгом (около 340 см³) и очень длинными руками, но изготавливали довольно сложные орудия труда и охотились на местных карликовых слонов-стегодонов. Правда, ряд антропологов склонны видеть в этих «хоббитах» лишь патологию — микроцефалов или людей с синдромом Ларона. Однако новейшие изыскания скорее подтверждают версию об эндемичном видовом статусе «хоббитов»: видимо, они приобрели свой неповторимый облик за сотни тысяч лет островной изоляции. Особенно важно, что ряд признаков «хоббитов» — в том

числе пропорции конечностей и строение мозга — больше сближают их с австралопитеками, а не с архантропами.

В 2006 г. на о.Палау в Микронезии нашли почти современные скелеты карликовых людей с весьма архаичными чертами, во многом напоминающими «хоббитов» Флореса. Это открытие позволяет надеяться, что в будущем мы узнаем о существовании еще не одного вида эндемичных островных людей.

Таранная кость из местонахождения Байгара в Тюменской обл. (50 тыс. лет) по морфологическому строению похожа на кость современного человека. Это позволяет предположить раннее заселение Сибири сапиенсами или их ближайшими родственниками. В Узбекистане же, судя по найденным тут в 2003 г. фрагментам, в пещерах Ангилак и Оби-Рахмат в те же времена жили неандертальцы.

Интересно, что исследования в 2011 г. зубного камня неандертальцев из пещер Спи (Бельгия) и Шанидара (Ирак) показали: их обладатели активно питались растениями и — самое главное — похоже, умели их варить! Этого от них никто не ожидал.

Неоантропы — «люди разумные»

Находка в 1998 г. скелета ребенка 3,5–5 лет из Абриго до Лагар Вельго I (Португалия) замечательна тем, что при полностью сапиентном строении черепа пропорции конечностей — неандертальские. Такое сочетание интерпретировали даже как свидетельство метисного неандертальско-сапиентного происхождения ребенка. Однако его датировка (24,5 тыс. лет назад) делает такую возможность крайне маловероятной. В любом случае эта находка на фоне прочих «тропических» кроманьонцев выделяется своими «арктическими» пропорциями.

В последние семь лет стали известны древнейшие представители нашего вида, жившие во всех частях планеты — в Китае (в пещере Тяньянь, их возраст 39–42 тыс. лет), в Румынии (Пештера ку Оаз, 34–36 тыс. лет), в Южной Африке (в окрестностях г.Хофмейр, 36 тыс. лет). В США (пещера Пэйсли, штат Орегон) обнаружены следы древнейшего (возраст 12,3 тыс. лет) человека в Северной Америке. В Австралии, в окрестностях оз.Манго, найдены древнейшие отпечатки человеческих ног, а также каменные орудия.

От фактов к гипотезам

Палеоантропологи не только накапливают фактический материал, но и активно его осмысливают. К главнейшим достижениям можно отнести создание стройной схемы эволюции приматов. Правда, у палеоантропологов в деталях единства пока нет. Новые находки чаще усложняют сложившиеся представления, но важно, что в то же время они заполняют большие пробелы в палеонтологической летописи приматов.

Все больше усилий тратится на попытки объяснить причины и факторы эволюции. Необхо-



Череп шимпанзе, неандертальца из Ля Шапель-о-Сен и современного человека — три варианта эволюции гоминоидов.

Фото автора

димым элементом описания походок стала палеоэкологическая реконструкция. Изучаются питание и некоторые детали поведения древних приматов. Выясняются интереснейшие вещи. Например, ископаемые павианы эволюционировали синхронно и в том же направлении, что и австралопитеки, однако причиной их отставания стали чрезмерная иерархичность и слишком резкая регламентация поведения. Таким образом, истоки и преимущества демократии обнаруживаются в гораздо более далеком прошлом, нежели Древняя Греция.

Огромное значение придается влиянию климатических колебаний на эволюцию. Старая гипотеза о том, что похолодание и исчезновение тропических лесов привели к появлению прямохождения, находит подтверждение в современных исследованиях древних ландшафтов и климата. Особенно интенсивно такие работы проводятся для африканских местонахождений австралопитеков.

Новое дыхание получили «катастрофические» гипотезы. В 1998 г. на суд ученого мира была представлена детально обоснованная «гипотеза вулканической зимы». Одно из сильнейших извержений за всю историю планеты произошло на о.Суматра 73–74 тыс. лет назад. Вулкан Тоба выбросил в воздух столько пепла, что в некоторых частях Малакки и Индии его отложения и сейчас достигают толщины 6 м. Кроме того что выпавший пепел напрямую уничтожил все живое, в первую очередь растительность, он еще и буквально затмил небо над всей планетой — едва ли не на

несколько лет. Как следствие, температура Земли упала, и 73 тыс. лет назад начался один из самых сильных пиков оледенения. Вероятно, в результате этого катаклизма практически все обитатели Южной Азии вымерли. Именно тогда в Европе неандертальцы приобрели свой «классический ледниковый» облик и в борьбе с тяжелейшими условиями жизни отстали в своем развитии. Африка, будучи менее прочих регионов задета катастрофой, стала родиной нового, наиболее прогрессивного вида — *H.sapiens*.

Схожий сценарий предложен для объяснения вымирания неандертальцев. В пещерных слоях, отделяющих время существования неандертальцев от современного человека, нашли пепел грандиозных извержений: 45 тыс. лет назад — Эльбруса и Казбека, 40 тыс. лет назад — Флегрейских полей в Италии. В отложениях над вулканическим слоем нет не только орудий и костей животных, но даже пыльца растений. Мощное похолодание, последовавшее за извержениями, а также токсическое действие пепла вполне могли привести к резкому сокращению численности или даже полному вымиранию неандертальцев.

Наконец, палеоантропологические исследования на рубеже XXI в. вышли на новый уровень с появлением методик выделения и анализа ДНК. Не вдаваясь в подробности, результаты изысканий в этой сложной области можно суммировать в следующих тезисах.

Во-первых, неандертальцы ОЧЕНЬ отличаются от сапиенсов. Первоначально эти отличия

даже посчитали достаточно большими для признания неандертальцев особым видом.

Во-вторых, особый вариант ДНК обнаружен в останках людей из Денисовой пещеры на Алтае, так что денисовцы ОЧЕНЬ отличаются как от неандертальцев, так и от сапиенсов, хотя ближе все же к неандертальцам.

В-третьих, у современных НЕафриканцев есть 2.5% неандертальских генов. Такой вывод опровергает более ранние построения генетиков, утверждавших, что происхождение ВСЕХ современных НЕафриканцев строго монофилетичное, без какой-либо посторонней примеси. Теперь же кристалльная чистота сапиенсов несколько разбавилась неандертальской ДНК, а так называемая гипотеза африканской Евы или «концепция замещения» оказалась не столь уж неопровержимой.

В-четвертых, у современных меланезийцев, кроме упомянутых неандертальских найдено 4.8% «денисовских» генов, что дает широкий простор для предположений об извилистых путях древних миграций.

Наконец, в-пятых, ДНК верхнепалеолитических людей принципиально не отличается от современной. В будущем более детальное исследование верхнепалеолитических людей может дать ценнейшую информацию об этапах формирования современных рас.

Наука не стоит на месте. Новые находки приводят к новым вопросам, к новым объяснениям старых проблем. Сейчас антропология как никогда много знает о происхождении человека, и знания эти ширятся с каждым годом. ■

Новости науки

Астрономия

Наблюдение спиральных рукавов в околосредном диске

Вычислительные эксперименты по имитационному моделированию динамики газопылевых дисков, окружающие звезды, показали, что гравитационные возмущения, вызванные наличием планет, могут привести к образованию в диске спиральных рукавов. При этом, как показывают расчеты, одна планета может породить два симметрично расположенных рукава на противоположных краях диска.

Недавние наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне позволили впервые получить изображение с высоким разрешением одного такого диска, на котором отчетливо видны спиральные рукава. Диск окружает звезду SAO 206462 в созвездии Волка, находящуюся от нас на расстоянии 456 млн св. лет. Два рукава расположены несимметрично, что позволяет предположить наличие в диске двух планет. Богатый газом диск окружает очень молодую звезду возрастом около 9 млн лет, простираясь на расстояние, более чем вдвое превышающее размеры орбиты Плутона.

Наблюдения проводились в рамках проекта SEEDS (Strategic Exploration of Exoplanets and Disks with Subaru). Рассчитанный на пять лет, он предусматривает систематическое изучение молодых звезд и окружающих их пылевых дисков с помощью принадлежащего Японской национальной обсерватории телескопа «Субару», установленного на вершине горы Мауна Кеа на Гавайских о-вах. В настоящее время в проекте участвует международный консорци-

ум ученых, насчитывающий более 100 астрономов из 25 научных центров. Хотя модели, предсказывающие подобные спиральные структуры, известны давно, сами рукава никогда прежде не удавалось наблюдать. Стадия эволюции околосредного диска, на которой они существуют, весьма непродолжительна, так что исследователи были приятно удивлены, что им повезло подсмотреть столь эфемерное образование. Подробное изучение этого диска позволит проверить и уточнить теоретические модели образования планет.

Release of National Science Foundation (October 19, 2011). Spiral arms hint presence of planets.

Астрономия

Моделирование эволюции двойной системы Лебедь X-1

Рентгеновский источник Лебедь X-1 получил такое название потому, что это был первый источник рентгеновского излучения, обнаруженный астрономами в 1971 г. в созвездии Лебеда. Излучение исходило из точки на небесной сфере, где в видимом свете наблюдалась яркая голубая звезда, обращающаяся по орбите вокруг таинственного темного объекта. Было высказано предположение, что рентгеновское излучение порождается веществом, истекающим из яркой звезды и падающим на темный объект. Ранее в том же году астрономы впервые получили точные оценки расстояния до этой двойной системы — примерно 6 тыс. св. лет. По расстоянию, в свою очередь, были оценены массы яркой звезды и темного объекта, вокруг которого она обращалась. Этот объект оказался

столь массивным, что мог быть только черной дырой.

Теперь же астрономы К.Белжинский (K.Belczynski) и Т.Булик (T.Bulik) из Варшавского университета и Ч.Бэйлин (C.Bailyn) из Йельского университета (США) применили новые, более точные оценки орбитальных параметров источника Лебедь X-1 для вычисления его будущей судьбы. Согласно расчетам, черная дыра, имеющая ныне массу $14.8 M_{\odot}$, поглотит еще три солнечных массы из своего компаньона. А яркая звезда, которая сейчас в 19.2 раз массивнее Солнца, потеряет $4 M_{\odot}$: часть этого вещества будет поглощена черной дырой, а другая часть рассеется в окружающее пространство.

Согласно законам небесной механики, по мере перетекания массы звезды на черную дыру компоненты двойной системы будут постепенно удаляться друг от друга. Текущее расстояние между ними вдвое меньше, чем между Меркурием и Солнцем, но оно будет увеличиваться, пока не станет чуть больше, чем расстояние от Земли до Солнца. В этот момент, примерно через 2.5 млрд лет, звезда взорвется, и ее остаток (нейтронная звезда) в состоянии покоя 70% вырвется из поля тяготения черной дыры и начнет двигаться по Галактике самостоятельно.

Но даже если черная дыра и ее компаньон, ставший нейтронной звездой, останутся гравитационно связанными, они, скорее всего, будут расположены далеко друг от друга. Поэтому падение нейтронной звезды на черную дыру — событие, которое могло бы породить гравитационные волны, предсказываемые общей теорией относительности, — маловероятно. Отсюда группа Белжинского делает вывод, что если рентгенов-

ский источник Лебедь X-1 может служить типичным представителем тесных двойных систем «черная дыра — будущая нейтронная звезда», то не следует ожидать обнаружения гравитационных волн от коллапса таких систем, так как они распадутся раньше, чем сколлапсируют. Фактически пока что не найдено ни одной двойной системы, состоящей из черной дыры и нейтронной звезды. По-видимому, такие пары должны возникать в системах, непохожих на источник Лебедь X-1.

Библиотека Корнельского университета, arXiv:1107.4106v1

Зоология

Вибриссы насекомоядных млекопитающих

Насекомоядные млекопитающие обитают в лесной подстилке, почве и густой траве, нередко ведут сумеречный и ночной образ жизни. Большинство из них имеет слабо развитое зрение и ориентируется с помощью обоняния (о чем наглядно свидетельствует вытянутое подвижное рыльце) и осязания. Тактильную функцию выполняют вибриссы — длинные, жесткие и упругие волоски, выступающие над поверхностью шерстного покрова. Это прямые или слегка изогнутые, конической формы стержни, отличающиеся от веретенообразных направляющих волос. Совокупность вибрисс животного слагает его вибриссный аппарат, а их выступающие концы образуют «вибриссное поле» — объемную фигуру сложной конфигурации, которая заполняет «мертвую зону» органов дистантных чувств и позволяет животному точно и быстро ориентироваться.

До настоящего времени у млекопитающих были известны 19 групп вибрисс, расположенных на различных участках тела. Сотрудник Института проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН (г.Москва) В.Ф.Куликов описал топографию вибрисс у некоторых насекомоядных (бурозубок, кутор, белозубок, малых и китайских

гимнур), выделил новую для млекопитающих группу вибрисс и определил их роль в ориентировании животных.

Расположение тактильных волосков у исследованных насекомоядных в целом соответствует общей для наземных млекопитающих схеме. Однако автор обнаружил среди них неизвестную до сих пор группу вибрисс. Они расположены вдоль нижней челюсти параллельно краю губы, направлены вниз и слабо изогнуты вперед. У куторы их пять, у остальных исследованных насекомоядных — по четыре. Последняя в ряду вибрисса — самая длинная, у гимнур она достигает 10 мм. Судя по расположению и направлению изгиба, нижнечелюстные вибриссы служат зверькам для контроля положения головы. Концы этих волосков касаются земли и помогают животным в темноте не зарываться на бегу кончиком удлинённого рыльца в субстрат.

Таким образом, в вибриссном аппарате млекопитающих в настоящее время описано 20 групп вибрисс. Наличие всех этих групп свидетельствует о «примитивности» таксона. В частности, автор делает вывод о примитивности гимнур по сравнению с землеройками, так как в строении вибриссного аппарата они сохранили больше древних черт.

Доклады Академии наук. 2011. Т.438. №1. С.134–137 (Россия).

Зоология

Паук с Мадагаскара строит гигантские сети

До сих пор было известно, что самые крупные ловчие сети строят тропические пауки нефилы (род *Nephila* из семейства кругопрядов Araneidae). Диаметр их сетей достигает иногда 1–2 м, а паутина очень крепка и удерживает даже самых крупных насекомых.

Арахнологи из Смитсоновского института (Вашингтон, США) М.Кунтнер и И.Агнарсон изучили жизнь одного паука из рода церострис (*Caerostris*, из того же семейства кругопрядов)

с Мадагаскара¹ и даже описали его как новый для науки вид церострис Дарвина (*Caerostris darwini*), посвятив это название 150-летию со дня выхода в свет «Происхождения видов».

С учетом новоописанного в мире известно 12 видов церострисов. Все они обитают в тропиках Старого Света, а шесть видов живут на Мадагаскаре. Многим кругопрядам, особенно тропическим, свойственна карликовость самцов². Церострисы не исключение. Их самцы мелки и незаметны и поэтому известны далеко не у всех видов. Это особенно обидно, поскольку, по мнению авторов статьи, виды церострисов гораздо лучше различаются по самцам, чем по самкам. Необходимо провести полную ревизию этого рода, что, возможно, сократит общее число видов: часть самцов и самок, описанных поодиночке, удастся «поженить». Такие случаи в арахнологии известны.

Биология церострисов удивительна. Недаром их по-английски называют bark spiders — пауки-коровики, а по-русски — пауки, живущие на коре. Часть видов, действительно, не только обитает на коре тропических деревьев, но и всем своим внешним видом мимикрирует под эту кору. Трудно отличить тихо сидящего паука от кусочка отслоившейся коры, причудливой веточки или лишайника. Такие церострисы, видимо, строят небольшие ловчие сети в ночное время.

Другие сородичи на коре не прячутся, а, наоборот, у всех на виду строят огромные ловчие сети. Так, у самки церостриса Дарвина при длине тела около 20 мм

¹ Kuntner M, Agnarsson I. Web gigantism in Darwin's bark spider, a new species from Madagascar (Araneidae: Caerostris) // Journal of Arachnology. 2010. V.38. №2. P.346–356.

² См., напр.: Михайлов КГ. Зачем паукам карликовые самцы // Природа. 1992. №9. С.108–109; Михайлов КГ. Размерный половой диморфизм («карликовость самцов») у пауков: обзор проблемы // Arthropoda Selecta. 1995. Т.4. Вып.3–4. С.51–60.

(немелкий паук!) сеть бывает в 1 м и немного больше. Края ее она закрепляет на расстоянии 10, 14, и — даже трудно представить! — 25 м друг от друга! Такие сети размещаются над речками и даже реками. Американские арахнологи подсчитали общую площадь ловчих участков такой сети — оказалось, она достигает 28 тыс. см², что больше, чем у гигантских нефил, также обитающих на Мадагаскаре. Авторы статьи предполагают, что прочность основной нелипучей нити выше, чем у других пауков, и при этом она очень туго натянута, что вообще-то нехарактерно для пауков-сетестроителей. Это позволяет удерживать всю паутинную постройку вместе с хозяином (точнее, хозяйкой) и добычей от падения в водный поток.

При изобилии пищи пауки, строящие сети около воды, иногда размножаются в больших количествах — вспомним недавнюю интернет-историю с заплетенными деревьями в Пакистане¹. Вообще-то, такие случаи давно описаны². Не стал исключением и церострис Дарвина: много пищи — много и потомства. На Мадагаскаре во время массового выплода молодых поденок как раз рядом с сетями церострисов десятки жертв одновременно оказались в одной сети, паук даже не успевал оплести их паутиной!

Интересно, что мелкие мушки, еще не описанные научно, откладывают яйца на добычу церострисов — как завернутую в паутину, так и в открытую. Известно, что этих мушек-воришек (клептопаразитов) несколько видов и принадлежат они как минимум к двум семействам. Когда такие мушки приближаются к церострису, держащему добычу, хищник начинает нервничать и трясет ногами, пытаясь отогнать докучливых прилебателей.

¹ См., напр., <http://www.newsru.com/world/05apr2011/pautina.html>

² См., напр.: Панов Е.Н., Михайлов К.Г. Колониальное поселение паука-крестовика *Araneus folium* (Aranei, Araneidae) в западном Туркменистане // Вестник зоологии. 1996. №3. С.61—62.

Похоже, биология церострисов таит еще много неизвестного. Конечно же, нужны дальнейшие исследования этих замечательных пауков, и не только на Мадагаскаре, но и в других тропических регионах.

© К.Г.Михайлов,
кандидат биологических наук
Москва

Антропология

Заселение северной Азии палеолитическим человеком

В северной Азии первые свидетельства существования человека известны из Забайкалья и с северо-запада Горного Алтая. Почти 900 тыс. лет палеолитические люди в этом регионе заселяли только южный горный пояс Сибири. С.А.Лаухин (Институт проблем освоения Севера СО РАН, Тюмень) и А.М.Фирсов (ФГУП «Фундамент-проект», Москва) попытались реконструировать пути освоения более северных широт. Авторы реконструкции считают, что выход людей за пределы горных территорий был во многом спровоцирован конощельским похолоданием (31—30 тыс. лет назад) — коротким (2—3 тыс. лет), но резким и глубоким по всей северной Азии. Из-за похолодания и демографического насыщения южного пояса гор Сибири возникла потребность в расширении охотничьих угодий.

К северу от горного пояса простирались огромные незаселенные территории. Однако климат Западной Сибири, за исключением Крайнего Севера, даже в периоды потеплений был более суровым, чем современный. Во время же конощельского похолодания прерывистая многолетняя мерзлота могла простираться на юг до предгорий Алтая. Главная причина отсутствия интереса палеолитических людей к равнинам, по мнению исследователей, — монотонно неблагоприятные на огромных пространствах и лишённые мозаичности природные условия. Поэтому люди стали осваивать не Западно-Сибирскую равнину, а Среднеси-

бирское плоскогорье. Миграция шла несколькими волнами по долинам крупных рек в обход равнин. Основной путь первой волны, отмеченный археологическими свидетельствами, из южного горного пояса был примерно таким (ориентация по современным пунктам): в район Красноярского водохранилища (Дербинский археологический район), к Красноярску (Афонтова гора V) и на север от него (Государев Лог), далее — по широтному течению Ангары (Усть-Кова) в долину Лены. Центральноякутская равнина «вынудила» мигрантов свернуть на восток, к Алдану (стоянки Ихине I и др.), откуда они двинулись на северо-восток, в обход Абыйской и Колымской низменностей — на север Чукотки (стоянки Орловка II и Кымынейкей). Видимо, до Центральноякутской равнины шло сравнительно быстрое продвижение людей, в бассейне же Алдана миграция значительно замедлилась из-за оледенения Верхоянского хребта или даже хребтов в цепи Черского. Вероятно, именно в это время произошло техническое «первооружение» мигрантов, так как орудия с алданских стоянок заметно отличаются от енисейских, но близки к артефактам низовьев Колымы и северо-востока Чукотки.

Следующая волна миграции прошла уже после окончания конощельского похолодания, около 29—28 тыс. лет назад. Она не задержалась в бассейне Алдана — видимо, из-за ставшего более мягким климата, а по долине Яны вышла к 71°с.ш., в предгорья хребта Кулар (Усть-Янская стоянка). Артефакты этой стоянки не несут следов алданских традиций, но очень близки к енисейским.

Выход людей на равнины произошёл предположительно лишь во времена максимума следующего — сарганского — похолодания (20—18 тыс. лет назад). К этому времени горные территории даже на севере Азии были демографически насыщены, и расширение охотничьих угодий стало возможным лишь за счет равнин. Выход палеолитических людей в эти непривычные ландшафты повлек за

собой возникновение новых технологий и объединение племен в крупные коллективы.

Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2010. №1(12). С.216–225 (Россия).

Палеонтология

Строение рога шерстистого носорога

Первое научное описание рогов шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*) сделано еще в XVIII в. П.Палласом¹. Однако до недавнего времени рога воспринимались как сопутствующий палеонтологический материал, не имеющий самостоятельной научной ценности. На протяжении двух с половиной веков их количество в музейных экспозициях было невелико. Ситуация изменилась лишь в последние годы, чему способствовали палеонтологический бизнес и частное коллекционирование. Сейчас самая представительная коллекция рогов *C.antiquitatis* (около 30 экспонатов), формирование которой в 1995 г. начал Ф.К.Шидловский, хранится в Музее ледникового периода (Москва). Исследования О.Ф.Черновой (Институт проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН, Москва) и И.В.Кирилловой (Музей ледникового периода) расширили существующие представления о строении этого кератинового образования.

Рог шерстистого носорога состоит из трубочек (филаментов), погруженных в ячеи слоистой основы (матрикса). Трубочки ориентированы вдоль длинной оси рога, но не строго параллельны друг другу, поскольку незначительно извиты и переплетаются. Их форма — от правильной цилиндрической до немного сглаженной четырех-пятигранной. Последняя сформировалась, вероятно, из-за большей механической нагрузки на периферийные отделы рога. Толщина трубочек различная: самые толстые (до 600 мкм у некото-

рых *C.antiquitatis*) расположены в центральной области рога, наиболее тонкие (до 64 мкм) — на периферии. Расстояние между филаментами в срединной части рога стабильно (100–200 мкм), и здесь они разделены более толстыми перегородками матрикса. На периферии же слои основы тоньше, и трубочки сомкнуты теснее. Отдельный филамент состоит из вложенных один в другой четырех-пяти цилиндров разной толщины. Полость центрального цилиндра заполнена пронизанной капиллярами соединительной тканью, которая питает растущий рог. Боковые поверхности цилиндров соединены между собой каркасом из клеточных выростов, а ребристая поверхность наружного цилиндра закреплена в ячеях матрикса кутикулярными чешуйками. Слоистость матрикса и люфт между его слоями, вероятно, придавали рогу упругость. Перечисленные особенности микроструктуры четко подразделяют его на две части, различающиеся по плотности и скорости роста, — центральную и периферийную.

Подобная система вложенных одна в другую цилиндрических трубок, закрепленных в основе, которая обеспечивает прочность и эластичность, характерна для рогов современных носорогов и роговых образований других млекопитающих (например, копыт или пластин китового уса), а также для костей (остеонов трубчатых костей).

Форма носового рога — несколько уплощенная с боков и саблевидно изогнутая. Помимо защиты от врагов, а также символа статуса животного, таковой рог у *C.antiquitatis* имел дополнительную функцию, несвойственную современным носорогам. Существует мнение, что наряду с копытами он служил зверю для добывания пищи — носорог разгребал им снег. Это подтверждается стертой передней поверхности многих найденных рогов, у которых разрушен более рыхлый периферийный слой и обнажена центральная уплотненная часть. Макро- и микроструктура вкпе обес-

печивали высокую прочность и упругость рога шерстистого носорога, необходимые для выполнения перечисленных функций.

Труды Зоологического института РАН. 2010. Т.314. №3.С.333–342 (Россия).

Палеонтология

Найдены древнейшие на Земле окаменелости

Окаменевшие бактерии обнаружены в отдаленном районе Западной Австралии, называемом Стрейли Пул. Они очень хорошо сохранились, залегая между зернами кварцевого песка на древнейшем пляже Земли, ныне представляющем собой отложение песчаников, абсолютный возраст которых определен с точностью до нескольких десятков миллионов лет.

Д.Брасье (D.Brasier; Оксфордский университет, Великобритания) и его коллеги полагают, что им наконец удалось получить надежные доказательства существования жизни на Земле более 3.4 млрд лет назад.

Не успевая остыть после интенсивной метеоритной бомбардировки, Земля в то время все еще оставалась очень горячей и покрытой множеством извергающихся вулканов. Небо было затянуто сплошной облачной пеленой. Температура воды в океане достигала 40–50°C. Материки были небольшими, морские течения — сильными, а амплитуда приливов — огромной. В атмосфере содержалось очень мало кислорода, так как еще не появились фотосинтезирующие растения и водоросли.

Новые находки указывают, что «ранняя жизнь» использовала вместо кислорода серу и ее соединения в качестве источника энергии для роста и размножения. Сульфатные бактерии распространены и сегодня в бедных кислородом местах: почвах, донных отложениях морей и озер, горячих сероводородных источниках.

Биологическое происхождение обнаруженных окаменелостей доказывается их хорошей сохранностью, одним и тем же раз-

¹ Pallas P.S. // Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. 1769. V.13. P.436–477.

мером и четкими формами как у бактериальных клеток. Кроме того, они похожи на хорошо известные микрофосилии возрастом 2 млрд лет. О биологическом происхождении находок также свидетельствует пространственное распределение: они сгруппированы в кластеры, присутствуют лишь в подходящих местообитаниях и прикреплены к зернам песка.

И, что самое важное, химический состав этих крохотных образований указывает на биологический метаболизм, а кристаллы пирита, связанные с находками, по всей вероятности, образовались как побочные продукты метаболизма сернистых соединений, характерного для древних клеток и бактерий.

Биологическое происхождение объектов, похожих на древние микрофосилии, — область весьма спорная. За последнее десятилетие критерии, которым должны удовлетворять такие находки, чтобы их признали свидетельствами ранней жизни, были существенно ужесточены. Используемые методы и подходы та же

группа исследователей применяет для повторного изучения образцов горных пород, которые ранее предлагались в качестве свидетельств существования жизни на Земле в столь древнюю эпоху.

Nature Geoscience, 2011; DOI: 10.1038/ngeo1238

Палеонтология

Восстановление рифообразующих многоклеточных после великого вымирания

Из пяти великих вымираний, известных в геологической истории, самым опустошительным было событие, произошедшее на рубеже палеозойской и мезозойской эр, 252 млн лет назад. Тогда исчезло более 90% всех известных видов. До сих пор считалось, что отличительной особенностью этого вымирания было медленное восстановление биоразнообразия, на которое, по разным оценкам, потребовалось от 5 до 10 млн лет. Ученые полагали, что все это время в океанах доминировали бакте-

рии, а эукариотические и тем более многоклеточные организмы были угнетены. Они практически не представлены в палеонтологической летописи раннего триаса.

Теперь, однако, международная группа палеонтологов под руководством Х.Бухера (H.Bucher; Цюрихский университет, Швейцария) показала, что рифы вновь появились на юго-западе США уже через 1.5 млн лет после этого вымирания. В них преобладали многоклеточные организмы, такие как губки, полихеты и др.

Как только геохимические условия в раннем триасе более или менее нормализовались, рифы начали вновь расти, и в основном благодаря многоклеточным животным, прежде игравшим лишь вспомогательную роль.

Таким образом, после вымирания преобладающих до того прокариотических рифоформирующих организмов многоклеточные смогли создать рифовые экосистемы намного быстрее, чем считалось ранее.

Nature Geoscience. 2011. V.4. №10. P.693 (DOI: 10.1038/NGE01264).

Смысл и суть знания

В.Е.Дмитриенко,
 доктор физико-математических наук
 Институт кристаллографии им.А.В.Шубникова
 Москва

Поиски истины и красоты были неразрывно переплетены во все времена — и в древности, когда эти две ипостаси рассматривались как земные проявления их небесных сущностей, и ныне, когда для многих они стали просто эстетическими категориями и критериями выбора между различными учениями, теориями, идеологиями. Среди многих путей, связывающих истину и красоту, есть один, который называется симметрией. Автор предлагает нам нетривиальный взгляд на историю симметрии через групповой портрет ее творцов, реально живших и вымышленных, от вавилонских писцов до наших современников. Такой персонифицированный подход позволяет показать эту область человеческой культуры в развитии, как драму идей и столкновение человеческих характеров — друг с другом и с историческим процессом. Ее создатели (математики, физики, поэты, теологи) предстают перед читателем в историях их частной жизни, с их стремлениями к познанию и религиозными верованиями, с высотами мысли и мелочными недостатками, с их душами, терзаемыми сомнениями, склоками, болезнями, войнами, интригами... Нельзя не вспомнить строки А.Ахматовой: «Когда б вы знали, из какого сора...».

Среди выведенных автором исторических личностей есть и очень знаменитые — такие как И.Ньютон, Л.Эйлер, К.Гаусс, А.Эйнштейн, чьи научные достижения и ключевые детали

биографии, конечно же, известны всем (хотя очень немногие могут сказать, каков вклад этих людей в развитие науки о симметрии). И даже такие личности показаны в книге с неожиданной стороны. Но, естественно, автору более интересны другие, порой малоизвестные гении, без которых история симметрии была бы совсем иной. Достаточно просто перечислить только главных героев этого повествования, кроме уже упомянутых, чтобы понять, какую грандиозную картину разворачивает перед нами автор: Эвклид, О.Хайям, Д.Кардано, А.Феррари, Ж.Лагранж, П.Руффини, А.Абель, Э.Галуа, П.Ванцель, У.Гамильтон, С.Ли, В.Киллинг, М.Фарадей, Д.Максвелл, М.Планк, Р.Шрёдингер, В.Гайзенберг, П.Дирак, Е.Вигнер, Э.Виттен (странно, что в этой компании не оказалось могучей фигуры нашего современника Роджера Пенроуза).

Еще одна и, пожалуй, главная особенность авторского подхода состоит в том, что, вопреки сложившейся традиции, он выводит симметрию не из геометрических образов, а из алгебры, из свойств уравнений и их решений. С таким взглядом на историю симметрии можно поспорить, ведь идея ее возникла очень давно: например, симметричные фигурки, известные с греческих времен как платоновы тела, вытесывались из камня уже в эпоху неолита, задолго до появления и геометрии, и алгебры [1]. Но избранный автором алгебраический подход оправдан тем, что с ним удастся популярно и с блеском изложить действительно глубокие



И.Стюарт. ИСТИНА И КРАСОТА: ВСЕМИРНАЯ ИСТОРИЯ СИММЕТРИИ. Пер. с англ. А.Семихатова.

М.: Астрель; CORPUS, 2010. 461 с.

и трудные для понимания идеи теории групп, зародившиеся еще в работах Галуа, Абеля и Ли и развивающиеся вплоть до наших дней, когда они оказываются генератором современных безумных идей в теории поля и физике элементарных частиц.

Автор начинает свою историю с решения квадратного уравнения, которое было известно в самом общем случае еще в древнем Вавилоне (привет нынешним школьникам, которые не всегда с ним справляются). Отдав должное египетской и греческой математике, он подробно рассказывает историю открытия аналитического решения уравнений третьей и четвертой степеней. Это нужно, чтобы показать, как после многочисленных безуспешных попыток решить в общем виде уравнение пятой или более высокой степени появилось доказательство невозможности сделать это. После этого вполне органичным выглядит переход к теории Галуа, которая основывается на созданной им теории групп. Мне кажется, это единственная научно-популярная книга, где теория Галуа излагается на уровне, доступном школьнику, равно как и история возникновения отрицательных, мнимых и комплексных чисел.

Теория Галуа использует конечные группы (группы перестановок корней уравнений). Их логическим обобщением стали введенные Софусом Ли непрерывные группы и алгебры, известные теперь как группы и алгебры Ли. Именно они описывают симметрию нашего трехмерного пространства и симметрию четырехмерного пространства-времени. На них основана вся современная физика: электродинамика, многие проблемы физики твердого тела, физика элементарных частиц, общая теория квантовых полей. Использование в XX в. симметрии и теории групп позволили построить многие этажи здания современной физики. И этот нетривиаль-

ный предмет автору удается подать без обращения к сложным математическим формулам. Он даже рассказывает о придуманной Киллингом классификации всех простых алгебр Ли, чтобы потом использовать ее достижения (и трудности) в увлекательном рассказе об октонионах.

Пожалуй, наиболее интересная часть книги — история двух типов гиперкомплексных чисел — кватернионов и октонионов, которые, по мнению автора и многих других исследователей, могут оказаться в основе будущей физики всего сущего. Следует заметить, что и кватернионам, и особенно октонионам сильно не повезло в научно-популярной литературе на русском языке. В книге известного математика Л.С.Понтрягина [2] приводится теорема, которая «показывает, в частности, что действительные и комплексные числа являются не случайным продуктом исторического развития, а по необходимости возникли в математике как единственные объекты, пригодные к употреблению в роли чисел». Правда, уточняется, что существует «теорема Фробениуса о том, что других обобщений действительных чисел, кроме комплексных чисел и кватернионов, не существует» (с.66). Так что кватернионы все-таки упомянуты, но про них сказано, что «по сравнению с тем значением, которое имеют действительные и комплексные числа в математике, роль кватернионов ничтожна» (с.97). А октонионы вообще не упомянуты. Да и в профессиональной справочной литературе по математике они чаще называются числами Кэли, что также показывает их пониженный статус как бы «случайного продукта исторического развития». Конечно, все дело в том, что понимать под числом, но непрофессиональный читатель не может вникать в детали формулировок и доказательств теорем и просто верит, что есть только действительные и комплексные числа.

В рецензируемой книге подробно излагается история открытия кватернионов Гамильтоном в 1843 г. и октонионов Грейвсом и Кэли, соответственно в 1843 и 1845 гг. Весьма доступно для понимания описаны их свойства и показано, чем они отличаются от действительных и комплексных чисел. Так, умножение кватернионов в общем случае не коммутативно, т.е. произведение зависит от порядка сомножителей, а из минус единицы можно извлечь бесконечно много различных квадратных корней. Гамильтон был гениальным физиком и старался найти физические и геометрические применения кватернионам, изобретением которых он чрезвычайно гордился. Например, с помощью единичных кватернионов можно задавать повороты в трехмерном пространстве. Позднее обнаружилась их связь с квантовой механикой: кватернионы могут быть представлены с помощью матриц Паули. Умножение октонионов не только не коммутативно, но и не ассоциативно, что еще больше отдаляет их от привычных нам действительных и комплексных чисел. Но, как часто случается в математике, чудесным образом оказалось, что октонионы связаны с исключительными группами Ли, которые ранее не вписывались в общую классификацию этих групп. В недавнее время нашлись свидетельства того, что октонионы могут стать краеугольным камнем в создании теории струн, которая, как верят многие физики, лежит в основе элементарных частиц и квантовых полей, включая гравитацию, т.е. в основе всего сущего во Вселенной. Сам Иэн Стюарт — активный пропагандист этой красивой гипотезы. Так что поживем — увидим, истинна ли она хотя бы отчасти.

Следует специально отметить нелегкий труд переводчика столь нетривиального текста, он не только прекрасно справился с этой непростой задачей,

но и в своих комментариях отметил довольно многочисленные неточности и даже ошибки автора книги (учитывая разнообразие излагаемого материала, отдельные ошибки, конечно же, неизбежны). Впрочем, исправлено далеко не все, и любознательный читатель должен проявлять бдительность. Так, нобелевский лауреат Гайзенберг никак не мог во время войны работать «на ядерных реакторах в Берлине» (с.327), их там, к счастью, просто не было. Подробно объясняется, что спин электрона должен изменить свой знак при повороте системы координат

на 360° (с.333). Но это означало бы, что угловой момент не сохраняется. На самом деле при таком повороте изменяется лишь знак волновой функции электрона. И, конечно же, световые волны не «много меньше атома» (с.357) — типичная длина волны видимого света в тысячу раз больше типичного размера атома.

Жаль, конечно, что при издании русского перевода было слегка искажено исходное название книги «Почему в прекрасном — правда» («Why beauty is truth»), которое сохранилось только в предисловии да в по-

этическом эпиграфе. Досконально понять это «почему» мы, может быть, не сумеем никогда, но двигаться в этом направлении безумно интересно, убеждает нас автор. Очевидным недостатком издания можно считать также отсутствие списка литературы для дальнейшего прочтения (в нем могли бы быть, например, «Этюды о симметрии» Евгения Вигнера, одного из героев этой книги). Но для современного пользователя Интернета все это мелочи, которые не помешают насладиться чтением замечательной книги, написанной с душой и талантом. ■

Литература

1. Лорд Э., Маккей АЛ., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. М., 2010.
2. Понтрягин Л.С. Обобщения чисел. М., 1986.

Естествознание

Г.А.Заварзин. КАКОСФЕРА. ФИЛОСОФИЯ И ПУБЛИЦИСТИКА. М.: Ruthenica, 2011. 460 с.

Книга известного отечественного микробиолога Георгия Александровича Заварзина составлена из его избранных статей, опубликованных в самых разных изданиях в 1996—2003 гг. Работы эти, уже ставшие библиографической редкостью, написаны профессиональным микробиологом в разных жанрах и в разные исторические моменты и нередко связаны с конкретными событиями. Они служат своего рода историческими документами, отражающими характер эпохи.

Вынесенный в название сборника термин «какосфера» был предложен Г.А.Заварзиным как антитеза ноосфере, для обозначения разрушения биосфе-

ры отбросами человеческой деятельности и замены природных ландшафтов антропогенными. Его статья «Антипод ноосферы» и открывает первую часть книги, куда вошли 10 публицистических материалов, в основном ориентированных на геополитику.

Как определил сам автор, «собранные статьи представляют скептический анализ исходных положений, принятых на веру без их оценки естествоиспытателями... анализ с позиций больших систем и соответствия им систем частных».

Во второй части сборника, биологической, представлено 13 больших статей, посвященных глобальным проблемам. Здесь и смена парадигмы в экологии, и системный подход, и вопросы эволюции, и экосистемные взаимодействия, преимущественно в мире микробов. Даже неполное перечисле-

ние обсуждаемых в сборнике вопросов говорит о том, что его тематика многолика и, безусловно, должна вызвать интерес у самого широкого круга читателей.

Эндокринология. Онкология

Л.М.Берштейн. БИГУАНИДЫ: ЭКСПАНСИЯ В ПРАКТИЧЕСКУЮ ОНКОЛОГИЮ (ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ). СПб.: Эскулап, 2010. 144 с.

Небольшая книга известного эндокринолога-онколога Л.М.Берштейна рассказывает о попытке внедрения в онкологическую практику бигуанидов. Впервые об этих препаратах растительного происхождения заговорили в 20-х годах XX в., когда было установлено их гипогликемическое действие.

Сегодня бигуанид метформин входят в соответствующие списки Всемирной организации здравоохранения и широко применяется при лечении сахарного диабета как средство, не вызывающее каких-либо серьезных осложнений.

После небольшой главы, посвященной структуре, свойствам и механизму действия бигуанидов, автор уделяет особое внимание противоопухолевой активности этих антидиабетических препаратов.

В книге помимо исторической справки о бигуанидах представлены клинические данные — некоторые из них стали накапливаться раньше, чем начались лабораторные эксперименты *in vitro* и опыты на лабораторных животных. Об этих экспериментах рассказано в двух отдельных главах.

Специальный раздел посвящен проблеме рака и диабета. Автор приводит данные эпидемиологических исследований, которые говорят о том, что лица, страдающие сахарным диабетом, в немалой степени предрасположены к развитию злокачественных образований. В то же время у онкологических больных, страдающих сахарным диабетом, риск смерти более высок, чем у таковых без диабета. Как показывают клинические наблюдения, применение метформина при лечении диабета снижает риск развития некоторых новообразований. Однако окончательный ответ на этот вопрос может быть получен лишь в рандомизированных исследованиях, в которых пациенты распределяются по сравниваемым группам случайным образом.

Для объяснения противоопухолевого влияния бигуанидов автор рассматривает прямые и непрямые механизмы их действия, обращая особое внимание на устранение эндокринно-генотоксических переключений.

Анализируя довольно обширную литературу по изучению бигуанидов, автор подчеркивает, что опыт их применения в онкологии заслуживает самого пристального внимания. Очередной всплеск интереса к нетрадиционному использованию препаратов этой группы позволит лучше понять природу опухолей гормонозависимых тканей.

Книга может быть интересна не только специалистам, но и студентам медико-биологических институтов.

Биология. Генетика

Ф.Г.Добжанский. ГЕНЕТИКА

И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДОВ.

М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. 384 с.

Книга вышла к 110-летию со дня рождения великого русского биолога Феодосия Григорьевича Добржанского. Изданная в 1937 г. в США на английском языке, она, как и другие книги Добржанского (так писалась его фамилия на Западе), никогда не переводилась и не публиковалась в СССР и России. В истории мировой науки книга сыграла исключительную роль — она заполнила брешь, существовавшую три с половиной десятилетия между эволюционной теорией и генетикой, сняла остроту противостояния дарвинистов и генетиков. С этой книги начинается быстрое оформление и почти всеобщее признание синтетической теории эволюции, в основе которой лежит обоснованное Добржанским положение, что видообразование и последующая эволюция начинаются с изменения генофонда (автор пишет «генотипа») популяций под действием естественного отбора. Книга определила основные направления развития генетики при-

родных популяций и экспериментального изучения видообразования.

Добржанский сложился как биолог-эволюционист в России, в первую очередь в Ленинградском университете, где он работал на кафедре генетики под руководством профессора Ю.А.Филипченко. Книга ценна не только как историко-научный памятник, она и сейчас будет интересна и полезна читателю-биологу; в ней представлено огромное количество фактов и наблюдений, собранных как автором, так и другими учеными первой трети XX в.

Ихтиология

Э.Н.Егорова, Б.И.Сиренко.

ПРОМЫСЛОВЫЕ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ПРОМЫСЛА И КОРМОВЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ РОССИЙСКИХ МОРЕЙ. М.; СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 286 с.

Беспозвоночные — наиболее многочисленные представители животного мира морей и океанов. На океаническом шельфе они достигают большого видового разнообразия и нередко образуют скопления с высокими плотностями. Несмотря на значительные отличия в строении тела, беспозвоночные обнаруживают немало сходство в белковом составе мягких тканей и представляют собой богатейший источник витаминов и микроэлементов, активно используемых современной фармакологией и медициной.

Книга посвящена истории возникновения и развития интереса к вылову морских беспозвоночных и становлению промысла нерыбных объектов в российских морях. Работа охватила 135 видов кишечнорастных, моллюсков, ракообразных, иглокожих, асцидий и содержит их описания, сведения о размерах, географическом распространении, эколо-

гии, а также промысловые характеристики. Беспозвоночные формируют кормовую базу для других морских обитателей.

Орнитология

А.В.Зиновьев. СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ, СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И АДАПТИВНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ АППАРАТА ДВУНОГОЙ ЛОКОМОЦИИ ПТИЦ. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 285 с.

Для морфологов давно стал очевидным тезис о необходимости трактовать морфологию животных в единстве с конкретными условиями их существования. При таком подходе на первый план выдвигается изучение адаптации животных как главной движущей силы и содержания эволюционных преобразований и достигаемое на этой основе понимание морфо-экологической специфики таксона.

В книге обобщены результаты оригинального системного исследования скелета, мускулатуры и связок аппарата двуногой локомоции. Впервые в мировой научной литературе приводится детальная разработка сравнительной анатомии нижних конечностей птиц. Она сопровождается уникальным историческим обзором за период более 2 тыс. лет. Разработаны и унифицированы морфологические описания апоневротической и мускульной составляющих в исследуемом узле локомоторной системы. Анализ некоторых значимых морфологических структур дает ключи к реконструкции адаптивной эволюции любой ныне существующей (рецентной) группы птиц. Действие этих ключей вкпе со специально разработанным биомеханическим методом проверено на ржанках, ракшах, трогонах, кукушках, дятлах и воробьиных. Теоретические основы опробованного в работе

системного подхода использованы при восстановлении ключевых моментов в эволюции аппарата двуногой локомоции птиц.

Издание может быть использовано в качестве справочного пособия при изучении анатомии птиц в высших учебных заведениях.

Гидробиология

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА ПРЕСНЫХ ВОД ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ. Т.1: Зоопланктон. Под ред. В.Р.Алексеева, С.Я.Цалолихина. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

Основным отличием этого определителя от других, в том числе и вышедших в последние годы, стал биотопический, а не строго систематический принцип его организации. Для удобства пользователей и в соответствии с делением биологических специальностей в гидробиологии он состоит из двух томов, посвященных анализу видового состава зоопланктона и зообентоса.

Том первый включает краткое описание морфологии, биологии, методов сбора и исследования, иконографический ключ организмов, которые могут быть найдены в пробе озерного зоопланктона, а также рекомендованную литературу и определительные ключи основных групп зоопланктона: колероваток, ветвистоусых, веслоногих, листоногих и кумовых раков, мизид и хаоборид. Простейшие, также очень важный элемент зоопланктона, в этот определитель не вошли, поскольку для их изучения необходимы специальные, несоместимые с традиционными гидробиологическими, методы сбора, фиксации и микроскопирования. Читатель сможет определить большинство организмов до уровня не ниже видового.

Лесное хозяйство. Охрана природы

Л.П.Рысин, Т.И.Алексахина, А.В.Быков и др. СЕРЕБРЯНОБОРСКОЕ ОПЫТНОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО: 65 ЛЕТ ЛЕСНОГО МОНИТОРИНГА. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 260 с.

Серебряноборское опытное лесничество при Институте лесоведения РАН с 1944 г. используется в качестве базы для проведения научно-исследовательских и опытных работ, первым организатором которых стал академик В.Н.Сукачев. С самого начала работы здесь были направлены на мониторинг (комплексное изучение) процессов, происходящих в лесах разных типов. В книге рассказывается об исследованиях, выполненных в Серебряноборском стационаре за 65 лет его существования. Коллектив авторов — 10 человек. В работе принимали участие специалисты различных направлений — лесоводы, геоботаники, почвоведы, зоологи, физиологи, микробиологи, фитопатологи, альгологи, микологи, в результате чего многие разработки носят биогеоэкологический характер.

Уникальные старовозрастные деревья стали местообитанием многих редких и охраняемых видов растений и животных, а расположенные рядом с районом городской застройки кварталы лесничества — базой для изучения проблем рекреационного лесопользования. Результаты многолетних наблюдений на постоянных объектах дают шанс понять комплексную природу городских и пригородных лесов Москвы, дать прогноз их будущих изменений, разработать оптимальные методы управления ими в условиях изменения природной среды и растущего антропогенного воздействия столичного мегаполиса.

История науки

Н.Н.Воронцов. А.А.ЛЯПУНОВ. ОЧЕРК ЖИЗНИ И ТВОРЧЕСТВА. ОКРУЖЕНИЕ И ЛИЧНОСТЬ. Сост. Е.А.Ляпунова. М.: Новый хронограф, 2011. 240 с.

Алексей Андреевич Ляпунов (1911—1973) — выдающийся ученый, обогативший отечественную науку в области теории множеств, кибернетики и программирования, один из основателей знаменитой физико-математической школы в новосибирском Академгородке.

Книга написана известным биологом-эволюционистом Николаем Николаевичем Воронцовым (1934—2000), зятем Ляпунова, более 30 лет назад. Это историко-биографический очерк, снабженный уникальными фотографиями (их более 350) выдающихся представителей рода Ляпуновых—Хованских—Крыловых—Капиц, составивших цвет российской науки и культуры. Издание приурочено к 100-летию юбилею А.А.Ляпунова.

Автор провел большую подготовительную работу, начав с разбора архива, фотографий разного времени (часть из них не имела подписей). Это прежде всего старые дореволюционные фотографии, которых в семье было много, — большинство из них представляет художественную ценность как вещественное свидетельство ушедшей эпохи.

Сохранились письма Е.В.Ляпуновой, матери Алексея Андреевича. Это богатый источник для воссоздания истории семьи и понимания духа и стиля взаимоотношений. Воронцов также использовал материалы, полученные у А.С.Ляпуновой, профессионального архивиста, заведующей отделом рукописей в библиотеке им.М.Е.Салтыкова-Щедрина в Санкт-Петербурге.

Важнейшим источником информации для автора стала работа с архивом и библиотекой Алексея Андреевича (особый интерес представляли дарственные надписи на книгах), а также письма-воспоминания, полученные Воронцовым в ответ на разосланные им в большом количестве письма друзьям детства, коллегам и ученикам Ляпунова. Значительные выдержки из них приводятся в книге. Она снабжена большим количеством фотографий, иногда это иллюстрации к тексту, а чаще дополнительная информация, полнее раскрывающая содержание.

История науки

А.В.Козенко. СЭР ДЖЕЙМС ДЖИНС: УЧЕНЫЙ, ФИЛОСОФ, МУЗЫКАНТ (Иллюстрированная биография). М.: КРАСАНД, 2010. 256 с.

В историю науки Джеймс Хопвуд Джинс (1877—1946) вошел как один из создателей нового научного направления —

теоретической астрофизики. Он был в ряду первых профессиональных физиков-теоретиков, начавших работать в области астрономии и привнесших в нее аппарат теоретической физики как метод научного исследования небесных объектов.

Сэр Джеймс был не только физиком-теоретиком и астрономом, выдвинувшим приливную гипотезу образования Солнечной системы, но и философом и популяризатором науки. Его книги имелись в личных библиотеках таких известных личностей, как английская писательница Вирджиния Вулф (цитировала его в своих романах) и (в русском переводе) советский композитор А.Б.Гольденвейзер, который вдохновлялся музыкальностью его повествования. Вместе с тем в нашей стране в советское время имя Джинса упоминалось, как правило, в негативном контексте и сопровождалось обвинениями в идеализме, враждебности к революционным преобразованиям и прочих грехах.

Осенью 2000 г. на стене дома, где жил и работал Джеймс Джинс, была установлена мемориальная доска. Подобной чести в Великобритании удостоиваются очень немногие исторические личности.

Книга рассказывает о жизни и творческом пути знаменитого ученого. Автор цитирует никогда ранее не публиковавшиеся архивные материалы.

«Островная вселенная» Томаса Райта

А.И.Еремеева,

кандидат физико-математических наук

*Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга
Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова*

В 2011 г. исполняется 300 лет со дня рождения знаменитого английского астронома Томаса Райта (1711—1786). В истории астрономии с его именем связано рождение гипотезы об островной структуре звездной Вселенной. Опираясь на открытие Г.Галилеем (1610) звездного состава части облаков Млечного пути, Райт первым предположил (1750), что и все маленькие так называемые млечные туманности — загадочные объекты, более двух десятков которых было открыто к тому времени с помощью первых рефлекторов, — не что иное, как далекие звездные системы. Так появилась новая космологическая теория «островных вселенных» Райта. Первым ее оценил и развил (1755) И.Кант, сделав имя Томаса Райта всемирно знаменитым. А сам термин «островная вселенная» позднее (1785) ввел В.Гершель.

Но в научной биографии английского астронома-самоучки имеются и забытые страницы, где он предстает как незаурядный пропагандист новых открытий в астрономии, историк и популяризатор науки.

Томас Райт родился 22 сентября 1711 г. в деревне Байерс Грин недалеко от города Дарема на северо-востоке Англии и был третьим сыном в семье мелкого землевладельца (выходец из старинного, но обедневшего рода, его отец зарабатывал на жизнь еще и ремеслом плотника). В возрасте шести лет

Томаса отдали в школу соседнего города Окленда. Из-за дефекта речи (сильного заикания) он не мог окончить вместе ее со всеми и продолжил обучение частным образом. Любовь к математике и астрономии пробудил в нем талантливый педагог Томас Манди. Но в дальнейшем свои глубокие знания Райт приобрел путем самообразования. Более того, преодолев свой недуг, он уже в юности проявил себя блестящим лектором и в 19 лет открыл в портовом городе Сандерленде собственную школу, где стал преподавать морякам математику и навигацию. Одновременно он показал себя как талантливый вычислитель и конструктор: составлял астрономические календари, рассчитывал предстоящие затмения, построил по заказу города большие стенные солнечные часы и даже изобрел часы-календарь, а также прибор для ориентации в море («паннаутикон»), получивший одобрение английского адмиралтейства. Дальнейшая жизнь Райта протекала на частной службе у разных высокопоставленных особ, что помогало ему издавать и собственные научные труды. Последние годы, более четверти века своей долгой жизни, Райт провел в полном уединении в родном селении, близ которого даже начал строить обсерваторию. На ее незавершенной башне в 1950 г. была помещена памятная доска в честь 200-летия его знаменитой «островной вселенной». Скончался Томас Райт 25 февраля 1786 г.



Томас Райт. Портрет из собрания сочинений «Clavis Coelestis» (1742). Библиотека Университета в Дареме.

там же, где и родился, и был похоронен в церкви Святого Андрея в Окленде.

Популярные образовательные лекции юного Райта (которые он стал читать в 30-х годах XVIII в.) отражали его эпоху — начало утверждения новой астрономической картины мира, построенной И.Ньютоном на основе открытого им закона всемирного тяготения. Упорядоченность вечных движений планет, устойчивость Солнечной системы, как и звездного Мироздания, сам Ньютон и его современники и последователи приписывали действию Бога. Преследуя в своих лекциях и нравственно-воспитательные цели, Райт рисовал перед своими слушателями Мироздание как состоящее из материальных

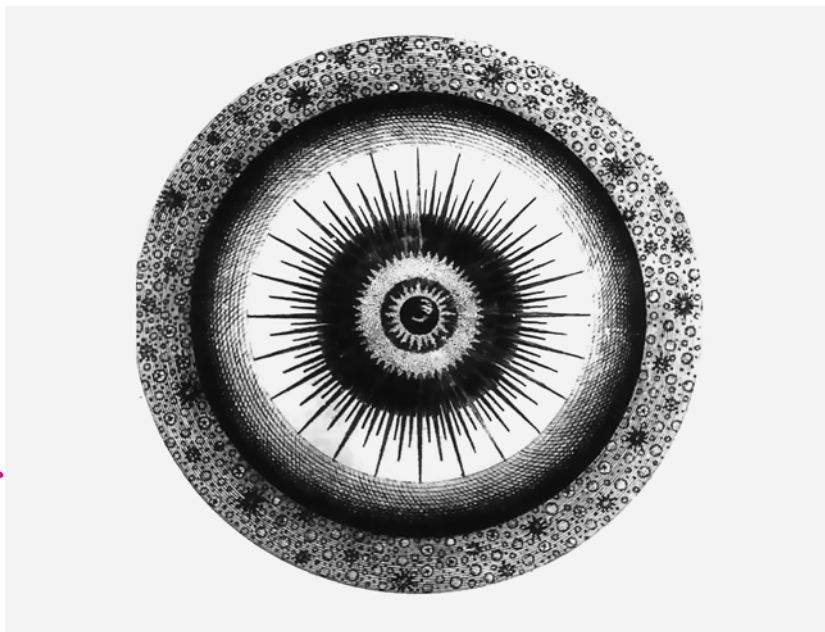


Схема Вселенной (центральное сечение). Из первых лекций Райта 30-х годов.

и духовных, невидимых частей: в центре он помещал ненаблюдаемую Божественную область (Рай), вокруг которой в виде широкой сферической области располагалась материальная звездная Вселенная («бездна времени, область смертных»), а за нею — также невидимая зона, «область тьмы и отчаяния», т.е. Ад. Осознав затем несовместимость этой схемы с картиной узкой полосы Млечного Пути (возникающей, как он понимал, от слияния в перспективе лучей далеких составлявших его звезд), Райт в своем основном космологическом сочинении «*Оригинальная теория, или новая гипотеза Вселенной*» (1750) предложил весьма остроумную теорию строения нашей звездной Вселенной из концентрических тонких звездных слоев или даже колец (в этом можно видеть прообраз спиральных ветвей), в одном из которых поместил и нашу Солнечную систему. Тогда картина Млечного пути объяснялась как эффект наблюдения изнутри такого слоя, вдоль и поперек него. (Эту подлинную гипотезу Млечного Пути Райта впервые раскрыл анг-

лийский историк астрономии М.Хоскин в 70-х годах XX в.)

Другой характерной чертой астрономической картины мира начала XVIII в. стала распространенная идея населенности всех небесных тел — планет и даже комет, как нашей Солнечной системы, так и планетных систем вокруг других звезд.

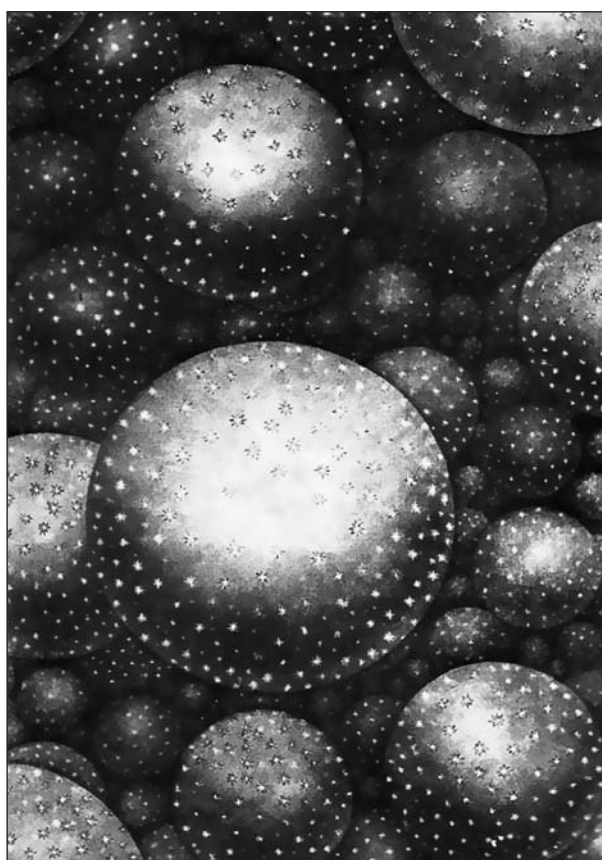
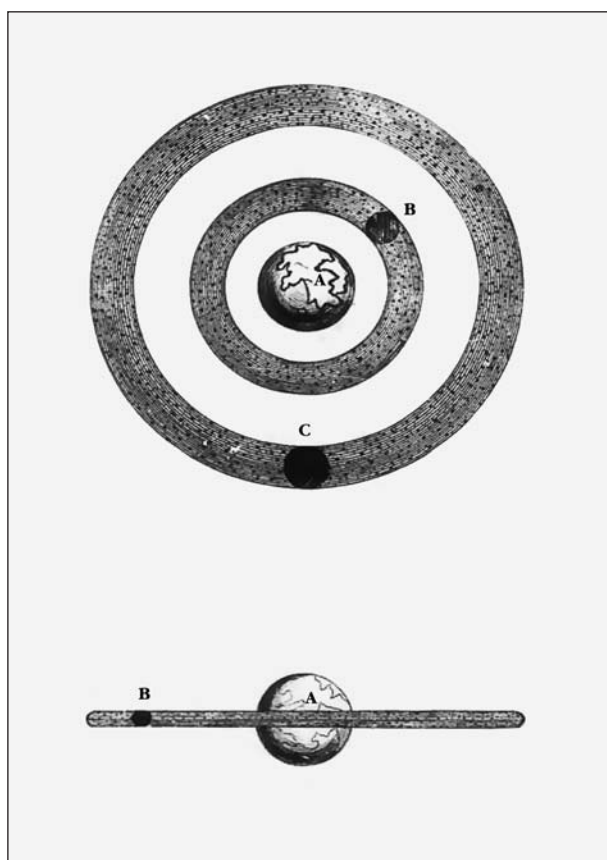
Но в своем первом опубликованном сочинении (1742) Райт проявил себя еще и как талантливый преподаватель и историк развития астрономических знаний.

Сочинение имело название «*Clavis celestis*» (полное: «Ключи небес, или Объяснение диаграммы, озаглавленной «Синописис [краткий обзор] Вселенной, или Видимый Мир», сокращенно». Издано автором Томасом Райтом из Дарема. Лондон, MDCCXLII). Оно предназначалось в качестве учебного курса астрономии — как писал Райт, для тех, кто недостаточно знаком с математикой. Автор стремился избежать сухости изложения и показать своим читателям одновременно и строгость законов, и красоту, и величие Мироздания. Астрономию Райт

называет самой полезной наукой, так как именно она наглядно показывает человечеству удивительную гармонию, закономерность окружающей природы, воспитывает интеллект, возвышает духовный облик человека (и, разумеется, демонстрирует мудрость Творца — эта последняя идея в духе эпохи сопровождает лейтмотивом все сочинения Райта).

Его учебный курс сочетает количественные сведения, исторические экскурсы и даже стихи астрономо-философского содержания. Райт и в дальнейшем не раз цитировал известных тогда поэтов-философов (Джона Мильтона, Эдуарда Юнга, древних авторов). Курс предваряет Предисловие (с.I—X) с объяснением целей и стиля сочинения. Затем следует обширное историческое Введение (с.XI—XXX). Основная часть разделена на две книги. В книге I («О системе мира») на с.1—38 дано детальное фактологическое описание Солнечной системы в нескольких разделах: 1) О планетах вообще, 2) О нижних планетах и Солнце, 3) О Земле и Луне, 4) О верхних планетах. Причем Райт, рассказывая, например, о Сатурне, сообщает, что сам наблюдал его кольцо в марте 1739 г. в пятифутовый рефлектор и видел его разделенным на три части. (Напомним, что впервые разделенное кольцо на два слоя открыл в 1675 г. первый директор Парижской обсерватории Д.Д.Кассини — «щель Кассини»). Райт рисует красочную картину кольца на небе жителей Сатурна. Приведено множество количественных данных о планетах и о Солнце.

В книге II («Наглядно продемонстрированные гипотезы») рассказано о законах устройства, движения и о физических свойствах тел Солнечной системы (с.39—78), включая кометы: 1) о законах движения и о видимом движении; 2) о свете и тепле (в том числе о рефракции света и очередности смены се-



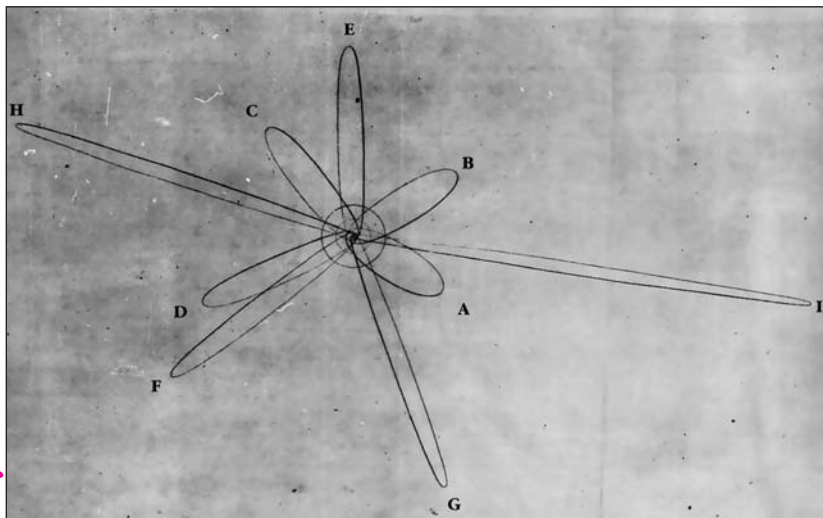
Слоистая структура звездной Вселенной по Райту (для объяснения явления Млечного Пути), 1750 г.: А — центральная область, нематериальный центр Вселенной; В и С — области, которые показывают размеры видимой Вселенной (слева). Островные вселенные Райта, 1750 г. (справа).

зонов); 3) об уравнивании времени (с объяснением возникновения самого понятия времени и его измерения по вращению Земли, о причине этой вводимой поправки ввиду неравномерности движения Земли и эллиптичности ее орбиты); 4) о планетных явлениях: их свечении, их фазах, возможности их обитаемости, О затмениях и покрытиях планет Луной; 5) о теории приливов; б) о кометах (об открытии их периодичности только что скончавшимся тогда Э.Галлеем для трех комет: 1682, 1661 и 1680 гг.). Райт приводит и оценки наибольшего удаления комет от Солнца в их афелиях. Для наиболее долгопериодической (из известных тогда) кометы 1680 г. (с периодом, по Галлею, 575 лет) оно оценено в 11 200 000 000 миль. И поскольку они уже были включены

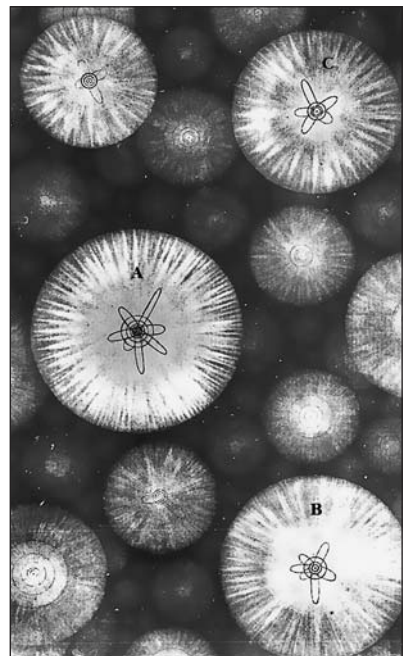
в состав Солнечной системы, то настолько же расширялись и ее границы! Эту новую (не просто сферическую, а многолепестковую!) картину Солнечной системы, а также идею о множественности таких систем Райт развил в своем основном сочинении 1750 г. Там же он пророчески отметил особую, существенную, роль комет как наиболее многочисленных объектов во Вселенной.

Завершают книгу не выделенные в самостоятельные подразделы краткие очерки: «О звездах» и «Объяснение различия старого и нового стилей счета времени». Отражая уже достаточно разившуюся физическую картину мира в то время, Райт пишет: «Звезды считаются всеми современными астрономами не чем иным, как большими огненными шарами, подоб-

ными Солнцу, беспорядочно разбросанными в мировом пространстве и, возможно, составляющими центры других планетных систем, подобных нашей, поскольку у нас нет причин это опровергать, но имеются многие, заставляющие нас этому верить» (с.75). Различие блеска звезд он объяснял исключительно различием их расстояний. Райт приводит результаты оценки Гюйгенсом расстояния до Сириуса путем сравнения блеска Солнца (изображение которого он «сузил» до величины Сириуса) с блеском этой звезды. Полученное расстояние в 142 дня (с.76), за которые его проходит свет (как известно, еще сильно, в 16 раз, заниженное), поражает и восхищает Райта как проявление всемогущества Создателя такой огромной Вселенной.



Солнечная (планетно-кометная) система: А—І — орбиты первых девяти известных к тому времени периодических комет; І — орбита Большой кометы 1680 г. (слева) и картина экзопланетных систем по Райту, 1750 г. (справа). А — Солнечная система, В — система Сириуса, С — система Ригеля.



Возможно, еще для своих лекций 30-х годов Райт построил демонстрационную сводную схему систем мира в виде огромной диаграммы площадью в 24 квадратных фута, которая теперь представляет особый исторический интерес как дополнительный источник сведений в этой области. Позднее она была использована Райтом в качестве одной из иллюстраций в учебнике астрономии, 1742 г.*.

В наше время в этом сочинении Райта наибольший интерес представляет именно историческое введение с пояснениями к упомянутой сводной диаграмме систем мира. Он изобразил все известные тогда восемь систем мира: гелиоцентрическую, «пифагорейскую», системы Платона, Птолемея, Т.Браге и древнейшую геоцентрическую «халдейскую» (вавилонскую). В эту диаграмму вошли и две совершенно забытые в литературе — система Дж.Б.Риччиоли и так называемая египетская.

* В настоящее время диаграмма хранится в библиотеке университета Дарема, который на основе этой схемы выпустил также открытку-сувенир (как написал об этом один из биографов Райта в 1973 г.).

Райт особо выделяет гелиоцентрическую систему Н.Коперника, поместив ее в центре и в наибольшем масштабе. Гелиоцентрическая система отражает новые открытия: в нее включено несколько комет (в том числе 1680, 1682, 1661 гг.) на эллиптических орбитах; четыре спутника Юпитера, Сатурн с кольцом и двумя спутниками (в самой книге их упоминается уже пять). Выделена и знаменитая пифагорейская с подвижной Землей — в середине верхней части картины. Слева от нее представлена самая ранняя геометрическая схема геоцентризма — система Платона (IV в. до н.э.), справа — вершина развития геоцентрической теории, эпициклическая система Птолемея (I в. н.э.). Под ними слева — компромиссная геогелиоцентрическая система Т.Браге (1583), справа — ныне почти забытая, также компромиссная, система Дж.Риччиоли (1650). В ней в центре мира также находится Земля со своим спутником Луной, но, в отличие от системы Браге, у которого вокруг Солнца обращаются все пять планет, в системе Риччиоли вокруг Солнца обращаются внутренние планеты Меркурий и Ве-

нера, к которым добавлен только Марс. Последнее, как пишет Райт, Риччиоли считал своим открытием, но сам Райт отзывался об этом скептически: «Он был скорее философом, чем астрономом, и я не считаю, что его система достойна одобрения» (1742, с. XXIII). Между тем, на самой диаграмме Райта видно, что в системе Риччиоли, где Земля оказывается внутри орбиты Марса, но теперь весьма эксцентрической по отношению к Земле (!), как раз снималось прежнее противоречие между принципом геоцентризма и заметным изменением блеска Марса, оставшееся в геоцентрической системе загадкой.

Подобную компромиссную схему (без Марса) Райт называет египетской (от нее, по словам Райта, как раз и отталкивался Риччиоли в своих поисках лучшей, чем у Тихо Браге, системы)**.

** Райт писал: «Риччиоли, уроженец Италии, не был высокого мнения о системах Тихо или Птолемея; в 1650 г. он возродил древнюю египетскую систему и добавил Марс к спутникам Солнца, назвав это своим открытием» (с. XXXIII).

сводной схемы (Egyptian System). В ней орбиты нижних планет Меркурия и Венеры лежат между Землей и Солнцем, так что обе планеты в своем видимом движении лишь колеблются около Солнца, достигая каждая своего максимального отклонения (элонгации). (Эта реальная деталь, кстати, отражена и у Браге.) В нижнем правом углу изображена древнейшая халдейская [Chaldean System, т.е. вавилонская] геоцентрическая система, причем вокруг Солнца (видимо, как вокруг главного источника света) выделены две концентрические световые области с лучами вокруг внутренней из них (что похоже на изображение короны!). Наконец, внизу между ними изображена теологическая схема всего Мироздания, по Райту — с выделением центральной области как Рая.

В изображении пифагорейской системы отразилось распространное со времен самого Коперника заблуждение: она отождествлена у Райта с первой подлинно гелиоцентрической аристарховой (III в. до н.э.); в центре мира указано Солнце, а не священный очаг — Гестия, как это было у пифагорейцев в ее первом описании Филолаем (V в. до н.э.). Помещенные вокруг него семь подвижных светил (чисто условно, на одном расстоянии от центра) изображены уже в современной Райту виде: Сатурн с кольцом, Юпитер с полосами. Не хватает на схеме и пифагорейской «анти-Земли» (Антихтон), экранирующей от жителей Земли центральный огонь. Кстати, в связи с аристарховой системой у Райта приведено интересное примечание: «Об одном из Птолемеев [правителей-фараонов эллинистического периода] в Египте сообщалось, что вскоре после этого открытия [Аристарха] он воздвиг храм, посвященный Солнцу, и, как символ

Вселенной, поместил вокруг него все планеты на их орбитах; само Солнце изображалось вечным огнем и находилось в середине» (там же, с. XIX).

В исторической литературе введение этой системы в греческую натурфилософию приписывают Гераклиду Понтийскому (IV в. до н.э.). С загадочной египетской системой мира в истории астрономии много неясного. Первым, кто о ней упоминал, Райт называет римского писателя и архитектора Витрувия (жившего на рубеже нашей эры), а в качестве сторонников ее — Макробиуса (конец IV — V в.) и некоего писателя под именем Аргол (Argol). Но более поздние авторы высказывают сомнения либо в правильности интерпретации описания египетской системы у упомянутых писателей (английский историк астрономии Дрейер [Dreyer], 1953), либо в правильности наименования системы как «египетской» (А.Гумбольдт в 3-м томе своего «Космоса», русский перевод 1853 г.). Так или иначе, но помещение ее в сводной диаграмме Райта показывает, что в его время и во времена Риччиоли она была вполне общеупоминаемой. Знали о ней и много позднее. Это название можно встретить и в исторической литературе XIX в. (например, в «Истории физики», 1813 г.) у довольно известного харьковского профессора физики А.И.Стойковича). Такую систему мира в зарубежной исторической литературе середины XX в. связывали с именем древнегреческого философа и писателя, ученика Платона и Аристотеля Гераклида Понтийского (IV в. до н.э.). По книге жизнеописаний древнегреческих философов известного писателя II—III вв. Диогена Лаэртция (русское издание 1986 г.), было якобы известно 14 философов с таким именем, и один из них, четырнадцатый,

составлял книги по астрономии. Но именно о вышеупомянутом первом из них рассказано, что среди его многочисленных научных сочинений — диалогов — имелся диалог «О небесном». Ни одно сочинение не сохранилось. Некоторые современные историки считают, однако, что Гераклид Понтийский писал лишь о вращении Земли вокруг своей оси.

Как бы то ни было, но довольно широкая распространенность в литературе разных веков и эпох упоминаний о египетской системе мира (о чем говорит и научно-популярная диаграмма Райта) может свидетельствовать об интересе древнеегипетских жрецов-астрономов и планетам, к особенностям видимого движения некоторых из них — Меркурия и Венеры. И поскольку, как гласит пословица, «нет дыма без огня», то, возможно, все это может свидетельствовать о наиболее ранней догадке египтян о движении этих «нижних» планет вокруг Солнца и только вместе с ним — вокруг неподвижной в центре Мира Земли.

Добавим, что схема движения планет сыграла весьма существенную роль в развитии астрономии и прикладной математики. Именно она стала явным источником модели представления неравномерного видимого движения планет как сложного равномерного движения по эпициклам и деферентам (у Аполлония Пергского, III в. до н.э., а затем в знаменитой системе мира Птолемея). Позднее она же стала первоисточником компромиссных систем Т.Браге и, как видим, Дж.Риччиоли. Вновь пробудить интерес у современного читателя и даже подтвердить реальность существования этой, быть может, древнейшей системы мира неожиданно помогли научно-популярные лекции молодого Томаса Райта. ■

Тематический указатель за 2011 год

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

VII Европейский конгресс Международной ассоциации геронтологии и гериатрии*. Михайлова О.Н.	7	80
К 100-летию Александра Леонидовича Яншина. Из архива. Наброски. Соколов Б.С.	5	74
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК		
К 300-летию со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова		
Хроника: 1711–1765 ¹	11	4
Герой и мученик российского Просвещения. Дмитриев И.С., Карпеев Э.П.	11	11
Мир Михаила Васильевича Ломоносова. Карпеев Э.П.	11	21
На полях биографии. Гутнов Д.А.	11	30
Судьба картографических проектов. Красникова О.А.	11	38
Мысли о сбережении российского народа. Елисеева И.И., Иванова Е.А.	11	48
«О кучестве, особливо со внешними народами». Лобас Т.В., Савченко М.М.	11	53
«Тяготильная жидкость» — миф или реальность? Русанов А.И.	11	60
Из поэзии Ломоносова	11	66
Прижизненные портреты М.В.Ломоносова. Александровская О.А.	11	72
«Полтавская баталия». Алексеева М.И.	11	79
«Мой покой дух не знает». Вальден П.И.	11	82
Верный сын России (на кн.: Э.П.Карпеев. Русская культура и Ломоносов; Э.П.Карпеев. М.В.Ломоносов: Имя Россия. Исторический выбор; Ломоносов: Краткий энциклопедический словарь).		
Орлов А.С.	11	87
Живой Михайло Васильевич. Прутков Г.В.	11	90
200 лет спустя: несостоявшиеся Ломоносовы. Бурштейн Е.Ф.	11	94

Знаком * отмечены материалы, опубликованные в разделе «Новости науки».

¹ Составитель Д.А.Гутнов.

Как сравниться с Эйнштейном?*	7	81
Кругосветные плавания вольного шкипера Августа Риделя. Свердлов Л.М.	9	61
ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2010 ГОДА	1	56
По физике — А.К.Гейм и К.С.Новоселов. Волков В.А.	1	56
По химии — Р.Хек, Э.Негиши и А.Сузуки. Бубнов Ю.Н.	1	60
По физиологии или медицине — Р.Эдвардс. Аншина М.Б., Акоюн А.С.	1	64
Можно ли узнать объем производства наноматериалов?*	10	75
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МУЗЕЙ		
220 лет Зоологическому музею Московского университета ²	10	26
Основание зоологии на фоне истории Зоомузея. Любарский Г.Ю.	10	27
Современная систематика: традиции и новации. Павлинов И.Я.	10	35
Рукокрылые Юго-Восточной Азии — «ночные кошмары» систематиков. Крусков С.В.	10	41
КОЛЛЕКЦИИ И ИХ ХРАНИТЕЛИ		
Размышления хранителя. Иванов Д.Л.	10	46
Когда коллекций не бывает слишком много. Павлинов И.Я.	10	48
Пауки и люди. Михайлов К.Г.	10	50
Бабочки — мир разнообразия и красоты. Свиридов А.В.	10	53
Вымершие организмы. Антропов А.В.	10	56
Новые находки в старой коллекции. Васильева Е.Д.	10	58
Амфибии и рептилии в фондах музея. Орлова В.Ф.	10	60
Живая коллекция музея. Назаров Р.А.	10	63
Фаунистические находки и воспитание преемников. Малых И.М.	10	66
Птицы под пристальным наблюдением. Калякин М.В., Волцит О.В.	10	68
Зоомузей Серебряного века. Иванов Д.Л.	10	72

² Вступительное слово М.В.Калякина.

По следам погибшей экспедиции Джона Франклина*	3	84	ПЛАНЕТОЛОГИЯ. МЕТЕОРИТИКА.		
Премии в области науки и инноваций — молодым ученым*	5	81	ФИЗИКА И ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ. КОСМОХИМИЯ		
Природные катастрофы и революции в религиях.			Атмосферные осадки на Титане*	6	81
Блох Ю.И.	6	60	Откуда взялась вода на планетах земного типа?*	4	82
ПУТЬ В ПРЕЗИДЕНТЫ			Столкновение астероидов привело к появлению ложной кометы*	1	82
К 100-летию со дня рождения М.В.Келдыша	2	3	ФИЗИКА. ТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА		
Хроника: 1911—1978 ¹	2	4	ВНС-наноструктуры*	1	83
Детство, отрочество, юность.			Вихри вокруг нас. Пашицкий Э.А.	10	3
Рассказ младшей сестры, Веры Всеволодовны	2	8	Вопросы, которые задает Фукусима*	6	82
В ЦАГИ. По воспоминаниям Я.М.Пархомовского и Л.С.Попова	2	12	Границы устойчивости графена при деформации в плоскости*	9	76
Печать времени. Некрасов А.И.	2	14	Двойной бета-распад: события и люди.		
Слово об Учителе. Маров М.Я.	2	16	Барабаш А.С.	8	3
Могучий сплав теории и практики.			И снова о шаровой молнии. Комаров В.Н.	7	58
Коротеев А.С., Гафаров А.А.	2	25	Как визуализировать процесс деформации полимера? Волинский А.Л.	7	14
Научный космос имени Келдыша.			Какие элементарные частицы — самые энергичные в мире? Рубцов Г.И., Троицкий С.В.	6	11
Зеленый Л.М., Закутняя О.В.	2	34	Квантовое трение и графен. Волокитин А.И.	9	13
Математический портрет. Аптекарев А.И.	2	42	Лучезарная солнечная корона. Филиппов Б.П.	4	3
Несколько заключительных слов. Езерова Г.Н.	2	51	ОТКРЫТИЕ, ИЗМЕНИВШЕЕ ХОД ИСТОРИИ	3	3
Республика не нуждается в ученых. Гибель Лавуазье.			Ядерная энергия и человек.		
Дмитриев И.С.	3	67	Орлов В.В., Пономарев Л.И.	3	4
Тридцать пять атомов, которые изменили мир*	1	84	Фредерик Содди об атомной энергии	3	17
УЧЕНЫЙ, УЧИТЕЛЬ, ЧЕЛОВЕК			Подобное подобным, или Как возбудить колебания вихря*	4	82
К 100-летию Я.А.Бирштейна	8	55	Предвестники катастроф. Руманов Э.Н., Ваганова Н.И.	10	23
Мой отец. Бирштейн В.Я.	8	56	Пули из света*	6	81
Общение с ним было счастьем. Гиляров А.М.	8	66	Пятый классический тест общей теории относительности*. Киселев В.В.	10	74
Электронный парамагнитный резонанс в биологии.			Самый древний лед Антарктиды: поиски и решения.		
Птушенко В.В.	6	53	Талалай П.Г.	4	19
АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ			Тридцать пять атомов, которые изменили мир*	1	84
Атмосферные осадки на Титане*	6	81	Углеродные нанотрубки в легочной ткани*	4	84
Магнитные сердца Вселенной. Рентгеновские пульсары глазами космических обсерваторий.			Шаровая молния в лаборатории.	7	59
Цыганков С.С., Лутовинов А.А.	1	10	Егоров А.И., Степанов С.И.	7	59
Массивные черные дыры часто встречались в ранней Вселенной*	9	76	ХИМИЯ		
Моделирование эволюции двойной системы Лебедь X-1*	12	72	Дендримеры — новый способ организации полимерной материи.		
Наблюдение спиральных рукавов в окрестностях звездного диска*	12	72	Музафаров А.М., Василенко Н.Г.	6	3
Необычная планетная система звезды HR 8799*	3	82	Золотые клетки*	9	77
Премии в области науки и инноваций — молодым ученым*	5	81	Композит с графеновой пеной*	9	76
Происхождение космических лучей поставлено под сомнение*	5	81	Можно ли узнать объем производства наноматериалов?*	10	75
Происхождение космической пыли*	10	74	На пороге новой химии фуллеренов.		
Прямые наблюдения эволюции молодой сверхновой*	8	81	Сидоров Л.Н., Троянов С.И.	9	22
Самая массивная звезда? Вибе Д.З.	4	81	Необычные свойства диоксида церия. Иванов В.К., Щербаков А.Б., Жолобак Н.М., Иванова О.С.	3	47
Сколько звезд во Вселенной?*	2	85	Рулетка для спектроскописта. Болдырев И.А., Молотковский Ю.Г.	2	60
Точное измерение массы цефеиды*	2	85	Топливные элементы с углеродными нанотрубками*	7	82
Фуллерены в космосе*	7	81	Хлорофилл <i>d</i> *	4	83
Экзопланета, похожая на Землю*. Сурдин В.Г.	1	82	БИОЛОГИЯ. ПОЧВОВЕДЕНИЕ		
Экзопланетная система Кеплер-11*.			Водоросли помешали восстановлению жизни в начале триаса*	6	83
Сурдин В.Г.	5	82			

¹ Составитель Г.Н.Езерова.

Кожистая черепаха обычна в водах у Курильских островов? [*]	3	83	Фаунистические находки и воспитание преемников. Малых И.М.	10	66
Наездники под водой. Фурсов В.Н.	1	32	Птицы под пристальным наблюдением. Калякин М.В., Волцит О.В.	10	68
Невидимые миры почвы. Бызов Б.А., Рабинович Я.М.	7	40	Зоомазей Серебряного века. Иванов Д.Л.	10	72
Обитаемый остров: клещи в Гренландии. Макарова О.Л.	7	30	О генеалогии белого и бурого медведей [*]	10	76
Огненные муравьи образуют плоты [*]	8	81	От музейных коллекций к живым птицам. Квартальнов П.В., Самоцкая В.В., Абдулнazarов А.Г.	12	56
Полвека исследований акустической сигнализации дельфинов афалин. Панова Е.М., Агафонов А.В.	12	40	Паук с Мадагаскара строит гигантские сети [*] . Михайлов К.Г.	12	73
Полярные пустыни: на пределе жизни. Чернов Ю.И., Матвеева Н.В., Макарова О.Л.	9	31	Плюющие кобры [*] . Семенов Д.В.	3	83
Почвы Антарктиды. Абакумов Е.В., Крыленков В.А.	3	58	Серые жабы, зеленые лягушки: любовь и смерть в холодной воде. Шабанов Д.А.	4	56
Размножение ларги в заливе Петра Великого [*]	2	88	Симбиотические микроорганизмы изменяют цвет тела тлей [*]	8	83
Синдром белого носа — причина гибели летучих мышей в США [*]	4	86	Удивительная пизаура [*] . Михайлов К.Г.	9	77
Трехмерные культуры клеток [*]	2	86	Уникальные амфибии в Монголии. Мунхбаяр Х., Мунхбаатар М.	1	37
Феноменальная холодоустойчивость яйцевых коконов дождевого червя [*]	4	84	Холодоустойчивость и ареал тропического дождевого червя [*]	2	87
БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ. МИКРОБИОЛОГИЯ					
Аллигатор, унесенный ураганом [*] . Семенов Д.В.	1	84	ГЕНЕТИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. БИОХИМИЯ. БИОФИЗИКА. БИОТЕХНОЛОГИЯ		
Большая белая акула у берегов Сахалина [*]	1	85	Выращивание тканей кишечника из клеток кожи [*]	2	86
Быть активным или лучше питаться [*] . Михайлов К.Г.	8	82	Пагубная страсть, гены и дофамин. Тараскина А.Е.	6	18
Вибриссы насекомыхных млекопитающих [*]	12	73	Алкоголизм и наследственность. Кольцов Н.К.	6	23
Гигантские головастики в Псковской области [*]	10	76	Полвека исследований акустической сигнализации дельфинов афалин. Панова Е.М., Агафонов А.В.	12	40
Гонки с микробами: наши шансы. Суворов А.Н.	5	13	Поющие породы кур. Моисеева И.Г., Севастьянова А.А., Александров А.В., Романов М.Н.	4	10
Дербенник выбирает пыльцу для опыления. Волкова О.А.	5	39	Расшифрован самый маленький геном [*]	1	84
Законцованная птица: история большеклювой камышевки. Квартальнов П.В., Иваницкий В.В., Марова И.М., Самоцкая В.В.	6	35	Сага о ресвератроле. Голубев А.Г.	3	39
Залеты сибирских видов воробьиных птиц в Европу [*]	7	83	Система свертывания крови и ее регуляция. Баландина А.Н., Пантелеев М.А., Атауллаханов Ф.И.	3	32
Как живешь, секвойя? Литинская Т.К.	7	52	Тибетцы адаптированы к высокогорью на генетическом уровне [*]	3	82
Микробиота детей. Суворов А.Н.	8	14	Униженные и оскорбленные... дьявольские самцы. Алфимова М.В.	2	52
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МУЗЕЙ					
220 лет Зоологическому музею Московского университета ¹	10	26	Хромосомные инверсии в клетке и в эволюции. Бородин П.М., Торгашева А.А.	1	19
Основание зоологии на фоне истории Зоомазея. Любарский Г.Ю.	10	27	Шелка беспозвоночных. Краснова Е.Д.	9	52
Современная систематика: традиции и новации. Павлинов И.Я.	10	35	Электронный парамагнитный резонанс в биологии. Птушенко В.В.	6	53
Рукокрылые Юго-Восточной Азии — «ночные кошмары» систематиков. Крусков С.В.	10	41	ФИЗИОЛОГИЯ. ПСИХОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ДЕМОГРАФИЯ. СОЦИОЛОГИЯ		
КОЛЛЕКЦИИ И ИХ ХРАНИТЕЛИ					
Размышления хранителя. Иванов Д.Л.	10	46	Влияние радиации на мозг птиц [*]	10	77
Когда коллекций не бывает слишком много. Павлинов И.Я.	10	48	Пищеварение речного бобра [*]	7	83
Пауки и люди. Михайлов К.Г.	10	50	Провидения Пушкина: заметки генетика. Голубовский М.Д.	5	65
Бабочки — мир разнообразия и красоты. Свиридов А.В.	10	53	Радиоактивный стронций на Южном Урале. Косенко М.М.	12	3
Вымершие организмы. Антропов А.В.	10	56	Сага о ресвератроле. Голубев А.Г.	3	39
Новые находки в старой коллекции. Васильева Е.Д.	10	58	Трехмерные культуры клеток [*]	2	86
Амфибии и рептилии в фондах музея. Орлова В.Ф.	10	60	Углеродные нанотрубки в легочной ткани [*]	4	84
Живая коллекция музея. Назаров Р.А.	10	63	Физиология черного медведя во время зимней спячки [*]	10	77

¹ Вступительное слово М.В.Калякина.

ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Амфибионтные насекомые Барабы — мост между экосистемами*	6	84
Беловежские зубры в Горном Алтае*	5	84
Биоразнообразие ящериц и климат*	1	85
Биота термальных и минеральных источников Байкальского региона*	10	78
Бухарский горный баран в Таджикистане*	7	84
Жемчужница в реках северо-запада России*.		
Булахова Н.А.	8	84
Кавказский тетерев, птица скрытная.		
Булавинцев В.И.	12	59
Кому он нужен — этот «мудрый Каа»... Семенов Д.В.	12	49
На Маньчже, в царстве птиц. Булавинцев В.И.	5	52
Нарядная родственница вороны.		
Рижинашвили А.Л.	7	64
Насекомые в экстремальных условиях*.		
Булахова Н.А.	9	79
Неотвратимые угрозы биологическому разнообразию. Гиляров А.М.	9	3
Расселение брусники животными на юге Дальнего Востока*	7	84
Расселение стрекоз: масштабы и последствия*	2	87
Резервная популяция азиатской дикуши в Западной Сибири*	7	84
Удары по природе: нокаут или нокадаун?		
Шилова С.А., Сунцов В.В.	8	34
Черепашье «ранчо» в Узбекистане*. Булахова Н.А.	4	86
Экспансия элодеи канадской в Восточной Сибири*	5	86

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТЕНИКА

Вековые дыхания океана. Захаров В.А.	1	27
Великая дайка Зимбабве. Белов С.В.	7	47
Вечно живая кора. Леонов М.Г.	8	22
Железомарганцевые образования на дне Байкала*	2	88
Как пишется биография нашей планеты?		
Захаров В.А.	12	23
Каменные сфинксы Бахчисарая. Комаров В.Н.	1	45
Когда, как и почему образовались геосферы Земли.		
Пушаровский Ю.М., Пушаровский Д.Ю.	5	25
Мексиканский соляно-нефтяной реактор.		
Беленицкая Г.А.	3	18
Насколько загрязнена Волга? Немировская И.А.	4	36
Новое о первой в России геологической карте.		
Бурштейн Е.Ф.	5	49
Океанические бассейны в прединформации Северного Ледовитого океана*	1	85
Причины быстрого разрушения морских берегов*	10	78

ГЕОХИМИЯ. МИНЕРАЛОГИЯ. КРИСТАЛЛОХИМИЯ

Минералы группы келдышита.		
К 100-летию со дня рождения академика М.В.Келдыша. Хомяков А.П.	12	35
Насколько загрязнена Волга? Немировская И.А.	4	36
Сами с усами. Расцветаева Р.К.	4	45

ГЕОФИЗИКА

Изменение климата повлияет на азиатские «водонапорные башни»*	1	87
---	---	----

Лаборатория в водах Байкала. Буднев Н.М.	12	11
Промерзание грунта влияет на перенос радона*	5	84

СЕЙСМОЛОГИЯ. ВУЛКАНОЛОГИЯ

Великое Японское землетрясение.		
Левин Б.В., Родкин М.В., Тихонов И.Н.	10	14
Вулканические цунами: от Кракатау до Карымского.		
Белоусов А.Б., Белоусова М.Г.	6	26
Землетрясение и цунами в Японии. Пинегина Т.К.	5	43
Причины и возможные последствия извержения исландского вулкана. Салтыковский А.Я.	7	22

ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЯ. ГЛЯЦИОЛОГИЯ

Берега островов Андаманского моря. Уфимцев Г.Ф.	1	40
Глобальные тренды скорости ветра и высоты волн*	9	81
Динамика ледового покрова Арктики*	8	83
Иосафатова долина. Комаров В.Н.	6	50
История оледенения Антарктиды*	10	79
Исчезающий остров Байкала. Потемкина Т.Г.	5	32
Климат будущего: взгляд из настоящего.		
Кароль И.Л., Киселев А.А.	1	3
Кругосветные плавания вольного шкипера Августа Риделя. Свердлов Л.М.	9	61
Лавинный риск для населения горных районов России*	4	86
Обитаемый остров: клещи в Гренландии.		
Макарова О.Л.	7	30
Облака и климат*	7	85
От климата прошлого к климату будущего.		
Бялко А.В.	5	3
Полярные пустыни: на пределе жизни.		
Чернов Ю.И., Матвеева Н.В., Макарова О.Л.	9	31
По следам погибшей экспедиции Джона Франклина*	3	84
Подгорные пустыни Иранского нагорья.		
Чичагов В.П.	4	26
Рост атмосферного CO ₂ в середине эоцена*	2	89
Самый древний лед Антарктиды: поиски и решения.		
Талалай П.Г.	4	19
Современная водная дипломатия.		
Джамалов Р.Г., Хаснев Р.С.	9	44
Срединно-эоценовый температурный оптимум*	5	84
Удивительный мир Коенини. Шлотгауэр С.Д.	6	45
Усиление переноса тепла в Арктический бассейн водами Атлантического океана*	9	79

ОКЕАНОЛОГИЯ

Глубоководная фауна кораллов — молодая или древняя? Келлер Н.Б., Оськина Н.С.	9	68
Железомарганцевые руды: безопасная добыча в океане. Базилевская Е.С., Мошаров С.А.	2	63
Разрушение глубоководных метановых пузырей*	1	87

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ. ПАЛЕОКЛИМАТОЛОГИЯ

Ареал красной панды в раннем плиоцене*	10	79
Великое вымирание биоты — результат астероидной атаки? Бараш М.С.	6	43
Восстановление рифообразующих многоклеточных после великого вымирания*	12	76

Докембрийские наземные многоклеточные*	10	80
Какими были яйца птерозавров*	5	85
Малый ледниковый период в Западной Сибири*	5	85
Мамонт и человек на путях в Северную Европу.		
Никонов А.А., Флейфель Л.Д.	12	27
Найдены древнейшие на Земле окаменелости*	12	75
Палеоэкологический палимпсест.		
Наугольных С.В.	2	69
Птерозавр из раннего сеномана Поволжья*	6	85
Реконструкция тундростепей северо-востока Азии в плейстоцене*	7	86
Строение рога шерстистого носорога*	12	75
Терморегуляция древних морских рептилий*	1	88
Тропические леса в палеоцен-эоценовое потепление*	7	85
Чем питались шерстистые носороги*	10	80
Эориностентор — древнейший представитель отряда носоходок. Рогов М.А.	4	51

АРХЕОЛОГИЯ. АНТРОПОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ

Австралопитек седиба — новое звено в эволюции человека?*	4	87
Древнейшие поселения на Самбийском полуострове*. Хохлов А.Н.	3	84
Живопись как источник антропологической информации. Перевозчиков И.В., Локк К.Э.	1	48
Заселение северной Азии палеолитическим человеком*	12	74
Маршрут длиной в ДНК. Дробышевский С.В.	3	63
Новоторжский клад. Малыгин П.Д., Сарафанова Н.А.	6	41
Образы животных в космогонических мифах. Дэвлет М.А.	4	60
Произведения первобытного искусства из Хотылево 2*. Гаврилов К.Н.	4	88
«Путч черных капитанов». Суриков И.Е.	5	59
Стоянкам людей на Новой Гвинее 49 тысяч лет*	1	88
Структура Евразийского мира на фоне геоэкологии после открытия металлов. Север—Юг. Черных Е.Н.	7	3
	8	43

АПРЕЛЬСКИЙ ФАКУЛЬТАТИВ

Сами с усам. Расцветаева Р.К.	4	45
Эориностентор — древнейший представитель отряда носоходок. Рогов М.А.	4	51

В КОНЦЕ НОМЕРА

200 лет спустя: несостоявшиеся Ломоносовы. Бурштейн Е.Ф.	11	94
Биогеографическая мозаика Набокова. Фет В.Я.	10	88
Геология в школе: раньше и сейчас. Трейвус Е.Б.	6	90
Живой Михайло Васильевич. Прутцков Г.В.	11	90
Загадка Сфинкса. Иванова-Казас О.М.	4	94
МОИП и Бородинское сражение. Садчиков А.П.	1	94
На Карельском фронте. Глушков В.В.	5	94
По Гринвичу. Томилин М.Г.	8	91
Щит Собесского. Кузьмин А.В.	2	95

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

Насколько загрязнена Волга? Немировская И.А.	4	36
Новоторжский клад. Малыгин П.Д., Сарафанова Н.А.	6	41

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

Вверх по Енисею. Горшков С.П.	9	87
Загадка амурских тигров. Потапов Р.Л.	7	93
«Островная вселенная» Томаса Райта. Еремеева А.И.	12	83
«Хочу служить людям своей наукой». Валькова О.А.	3	91

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

Берега островов Андаманского моря. Уфимцев Г.Ф.	1	40
Иосафатова долина. Комаров В.Н.	6	50
Кавказский тетерев, птица скрытная. Булавицев В.И.	12	59
Каменные сфинксы Бахчисарая. Комаров В.Н.	1	45
На Маньче, в царстве птиц. Булавицев В.И.	5	52
Нарядная родственница вороны. Рижинашвили А.Л.	7	64
Серые жабы, зеленые лягушки: любовь и смерть в холодной воде. Шабанов Д.А.	4	56
Удивительный мир Коенини. Шлотгауэр С.Д.	6	45

КРАСНАЯ КНИГА

Уникальные амфибии в Монголии. Мунхбаяр Х., Мунхбаатар М.	1	37
--	---	----

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Великое вымирание биоты — результат астероидной атаки? Бараш М.С.	6	43
Глубоководная фауна кораллов — молодая или древняя? Келлер Н.Б., Оськина Н.С.	9	68
Дербенник выбирает пыльцу для опыления. Волкова О.А.	5	39
Землетрясение и цунами в Японии. Пинегина Т.К.	5	43
Новое о первой в России геологической карте. Бурштейн Е.Ф.	5	49
Образы животных в космогонических мифах. Дэвлет М.А.	4	60
От музейных коллекций к живым птицам. Квартальнов П.В., Самоцкая В.В., Абдулазаров А.Г.	12	56
Предвестники катастроф. Руманов Э.Н., Ваганова Н.И.	10	23

НЕКРОЛОГ

Не просто микробиолог. Памяти Г.А.Заварзина	10	87
---	----	----

НОВЫЕ КНИГИ

1 92; 2 93; 3 89; 4 92; 5 92; 6 89; 7 91; 8 90; 9 86; 10 85; 12 79

О ЧЕМ ПИСАЛА «ПРИРОДА»

К вопросу о происхождении человека. Руденко С.И.	12	62
Шаги антропогенеза. Дробышевский С.В.	12	65
Младенческие годы химии. Штанге А.¹	1	68
Широко простирает химия руки свои. Белянова Л.П.	1	77

¹ Перевод с немецкого С.Ч.

«Мой покой дух не знает». Вальден П.И.	11	82	Болдинская осень в Боровом		
Новости науки 1912—1915	4	75	(на кн.: В.И.Вернадский. Дневники.		
Опыты Штейнаха по омоложению организма.			Июль 1941 — август 1943). Аксенов Г.П.	8	85
Кольцов Н.К.	7	69	Больше чем учебное пособие (на кн.: Г.Б.Наумов.		
В поисках «фонтана юности».			Геохимия биосферы). Урусов В.С.	1	89
Анисимов В.Н.	7	77	Верный сын России (на кн.: Э.П.Карпеев.		
Алкоголизм и наследственность. Кольцов Н.К.	6	23	Русская культура и Ломоносов; Э.П.Карпеев.		
Паразитирование клещей во внутренних			М.В.Ломоносов: Имя России. Исторический выбор;		
органах человека и высших позвоночных.			Ломоносов: Краткий энциклопедический словарь).		
Скрябин К.И.	8	70	Орлов А.С.	11	87
Все оказалось не так страшно.			Все, чего мы не знали об эволюции		
Бочков А.В., Медведев С.Г.	8	75	(на кн.: А.В.Марков. Рождение сложности.		
Партеногенез у человека. Делаж И. ¹	5	76	Эволюционная биология сегодня: неожиданные		
Невозможное не стало возможным.			открытия и новые вопросы). Казанцева А.А.	2	90
Киселев С.Л.	5	79	Вселенная вселенных (на кн.: А.Виленкин.		
Первые шаги в деле распознавания и расположения			Мир многих миров: физика в поисках параллельных		
атомов в кристаллах. Федоров Е.С.	2	76	вселенных). Сурдин В.Г.	3	86
Воплощение мечтаний Евграфа Федорова.			Заново открывая биологию (на кн.: Р.Доккинз.		
Блох Ю.И.	2	82	Расширенный фенотип: длинная рука гена).		
По поводу 350-летия русской химии (1581—1931).			Гопко М.В.	9	82
Герчиков М.Г.	9	73	История жизни незаурядного человека		
Роль человека в познаваемом им мире.			(на кн.: Л.М.Шабад. История одной лаборатории).		
Умов Н.А.	3	74	Левина Е.С.	7	87
Теплоемкость твердого тела и атомное			О Мишеле Жюве и его романе «Похититель снов».		
строение энергии. Леонтьев К.А.	6	74	К 85-летию классика нейрофизиологии		
			и сомнологии (на кн.: М.Жюве. Похититель снов).		
			Ротенберг В.С.	4	89
			«Он жил для науки» (на кн.: А.Г.Назаров, Е.В.Цуцкин.		
			Карл Максимович Бэр. 1792—1876).		
	8	96	Музрукова Е.Б.	6	86
			Смысл и суть знания (на кн.: И.Стюарт.		
			Истина и красота: всемирная история симметрии).		
			Дмитриенко В.Е.	12	77
			Студенты биофака МГУ пишут о войне...		
			(на кн.: Дети и 41-й год. Что мы помним о войне.		
			Что мы знаем о войне...). Астахова О.О.	5	87

¹ Перевел П.Бронштейн.

Авторский указатель за 2011 год

А бакумов Е.В. (Крыленков В.А.*)	3	58	Булахова Н.А.	4	86	Ж олобак Н.М. (Иванов В.К., Щербаков А.Б., Иванова О.С.)	3	47
Абдулназаров А.Г. (Квартальнов П.В., Самоцкая В.В.)	12	56	Бурштейн Е.Ф.	5	49	З акутняя О.В. (Зеленый Л.М.)	2	34
Агафонов А.В. (Панова Е.М.)	12	40	Бызов Б.А. (Рабинович Я.М.)	7	40	Захаров В.А.	1	27
Акопян А.С. (Аншина М.Б.)	1	64	Бялко А.В.	5	3	Зеленый Л.М. (Закутняя О.В.)	2	34
Аксенов Г.П.	8	85	В аганова Н.И. (Руманов Э.Н.)	10	23	И ваницкий В.В. (Квартальнов П.В., Марова И.М., Самоцкая В.В.)	6	35
Александров А.В. (Монсева И.Г., Севастьянова А.А., Романов М.Н.)	4	10	Вальден П.И.	11	82	Иванов В.К. (Щербаков А.Б., Жолобак Н.М., Иванова О.С.)	3	47
Александровская О.А.	11	72	Валькова О.А.	3	91	Иванов Д.Л.	10	46
Алексеева М.И.	11	79	Василенко Н.Г. (Музафаров А.М.)	6	3	Иванова Е.А. (Елисева И.И.)	11	48
Алфимова М.В.	2	52	Васильева Е.Д.	10	58	Иванова О.С. (Иванов В.К., Щербаков А.Б., Жолобак Н.М.)	3	47
Анисимов В.Н.	7	77	Вибе Д.З.	4	81	Иванова-Казас О.М.	4	94
Антропов А.В.	10	56	Волков В.А.	1	56	К азанцева А.А.	2	90
Аншина М.Б. (Акопян А.С.)	1	64	Волкова О.А.	5	39	Калякин М.В. (Волцит О.В.)	10	68
Аптекарев А.И.	2	42	Волокитин А.И.	9	13	Кароль И.Л. (Киселев А.А.)	1	3
Астахова О.О.	5	87	Волцит О.В. (Калякин М.В.)	10	68	Карпеев Э.П. (Дмитриев И.С.)	11	11
Атауллаханов Ф.И. (Баландина А.Н., Пантелеев М.А.)	3	32	Волынский А.Л.	7	14	Карпеев Э.П. Квартальнов П.В. (Иваницкий В.В., Марова И.М., Самоцкая В.В.)	6	35
Б азилевская Е.С. (Мошаров С.А.)	2	63	Г аврилов К.Н.	4	88	Квартальнов П.В. (Самоцкая В.В., Абдулназаров А.Г.)	12	56
Баландина А.Н. (Пантелеев М.А., Атауллаханов Ф.И.)	3	32	Гафаров А.А. (Коротеев А.С.)	2	25	Келлер Н.Б. (Оськина Н.С.)	9	68
Барабаш А.С.	8	3	Гиляров А.М.	8	66	Киселев А.А. (Кароль И.Л.)	1	3
Бараш М.С.	6	43	Глушков В.В.	9	3	Киселев В.В.	10	74
Беленицкая Г.А.	3	18	Голубев А.Г.	5	94	Киселев С.Л.	5	79
Белов С.В.	7	47	Голубовский М.Д.	3	39	Кольцов Н.К.	6	23
Белоусов А.Б. (Белоусова М.Г.)	6	26	Гопко М.В.	5	65	Комаров В.Н.	1	45
Белоусова М.Г. (Белоусов А.Б.)	6	26	Горшков С.П.	9	82		6	50
Белянова Л.П.	1	77	Гутнов Д.А.	9	87		7	58
Бирштейн В.Я.	8	56		11	30	Коротеев А.С. (Гафаров А.А.)	2	25
Блох Ю.И.	2	82	Д еляж И.	5	76	Косенко М.М.	12	3
	6	60	Джамалов Р.Г. (Хасиев Р.С.)	9	44	Красникова О.А.	11	38
Болдырев И.А. (Молотковский Ю.Г.)	2	60	Дмитриев И.С. (Карпеев Э.П.)	11	11	Краснова Е.Д.	9	52
Бородин П.М. (Торгашева А.А.)	1	19	Дмитриев И.С.	3	67	Крусков С.В.	10	41
Бочков А.В. (Медведев С.Г.)	8	75	Дмитриенко В.Е.	4	66			
Бубнов Ю.Н.	1	60	Дробышеский С.В.	12	77			
Буднев Н.М.	12	11		3	63			
Булавинцев В.И.	5	52	Дэвлет М.А.	12	65			
	12	59		4	60			
			Е горов А.И. (Степанов С.И.)	7	59			
			Езерова Г.Н.	2	51			
			Елисева И.И. (Иванова Е.А.)	11	48			
			Еремсева А.И.	12	83			

* Здесь и далее в скобках указаны соавторы.

Крыленков В.А. (Абакумов Е.В.)	3	58	П авлинов И.Я.	10	35	Сидоров Л.Н. (Троянов С.И.)	9	22
Кузьмин А.В.	2	95	Панова Е.М. (Агафонов А.В.)	10	48	Скрябин К.И.	8	70
Л евин Б.В.			Пантелеев М.А. (Баландина А.Н.,	12	40	Соколов Б.С.	5	74
(Родкин М.В., Тихонов И.Н.)	10	14	Атауллаханов Ф.И.)	3	32	Степанов С.И. (Егоров А.И.)	7	59
Левина Е.С.	7	87	Пашицкий Э.А.	10	3	Суворов А.Н.	5	13
Леонов М.Г.	8	22	Перевозчиков И.В. (Локк К.Э.)	1	48	Сунцов В.В. (Шилова С.А.)	8	34
Леонтьев К.А.	6	74	Пинегина Т.К.	5	43	Сурдин В.Г.	1	82
Литинская Т.К.	7	52	Пономарев Л.И. (Орлов В.В.)	3	4	Сурдин В.Г.	3	86
Лобас Т.В. (Савченко М.М.)	11	53	Потапов Р.Л.	7	93	Суриков И.Е.	5	82
Локк К.Э. (Перевозчиков И.В.)	1	48	Потемкина Т.Г.	5	32		5	59
Лутовинов А.А. (Цыганков С.С.)	1	10	Прутцков Г.В.	11	90	Т алалай П.Г.	4	19
Любарский Г.Ю.	10	27	Птушенко В.В.	6	53	Тараскина А.Е.	6	18
М акарова О.Л.			Пуцаровский Д.Ю.			Тихонов И.Н.		
(Чернов Ю.И., Матвеева Н.В.)	9	31	(Пуцаровский Ю.М.)	5	25	(Левин Б.В., Родкин М.В.)	10	14
Макарова О.Л.	7	30	Пуцаровский Ю.М.			Томилин М.Г.	8	91
Малыгин П.Д. (Сарафанова Н.А.)	6	41	(Пуцаровский Д.Ю.)	5	25	Торгашева А.А. (Бородин П.М.)	1	19
Малых И.М.	10	66	Р абинович Я.М. (Бызов Б.А.)	7	40	Трейвус Е.Б.	6	90
Маров М.Я.	2	16	Расцветаева Р.К.	4	45	Троицкий С.В. (Рубцов Г.И.)	6	11
Марова И.М. (Квартальнов П.В.,			Рижинашвили А.Л.	7	64	Троянов С.И. (Сидоров Л.Н.)	9	22
Иваницкий В.В., Самоцкая В.В.)	6	35	Рогов М.А.	4	51	У мов Н.А.	3	74
Матвеева Н.В.			Родкин М.В.			Урусов В.С.	1	89
(Чернов Ю.И., Макарова О.Л.)	9	31	(Левин Б.В., Тихонов И.Н.)	10	14	Уфимцев Г.Ф.	1	40
Медведев С.Г. (Бочков А.В.)	8	75	Романов М.Н. (Моисеева И.Г.,			Ф едоров Е.С.	2	76
Михайлов К.Г.	8	82	Севастьянова А.А.,			Фет В.Я.	10	88
	9	77	Александров А.В.)	4	10	Филиппов Б.П.	4	3
	10	50	Ротенберг В.С.	4	89	Флейфель Л.Д. (Никонов А.А.)	12	27
	10	81	Рубцов Г.И. (Троицкий С.В.)	6	11	Фурсов В.Н.	1	32
	12	73	Руденко С.И.	12	62	Х асиев Р.С. (Джамалов Р.Г.)	9	44
Михайлова О.Н.	7	80	Руманов Э.Н. (Ваганова Н.И.)	10	23	Хомяков А.П.	12	35
Моисеева И.Г.			Русанов А.И.	11	60	Хохлов А.Н.	3	84
(Севастьянова А.А.,			С авченко М.М. (Лобас Т.В.)	11	53	Ц ыганков С.С. (Лутовинов А.А.)	1	10
Александров А.В., Романов М.Н.)	4	10	Садчиков А.П.	1	94	Ч ернов Ю.И.	9	31
Молотковский Ю.Г.			Салтыковский А.Я.	7	22	(Матвеева Н.В., Макарова О.Л.)	7	3
(Болдырев И.А.)	2	60	Самоцкая В.В.			Черных Е.Н.	8	43
Мошаров С.А. (Базилевская Е.С.)	2	63	(Квартальнов П.В.,			Чичагов В.П.	4	26
Музафаров А.М. (Василенко Н.Г.)	6	3	Абдулназаров А.Г.)	12	56	Ш абанов Д.А.	4	56
Музрукова Е.Б.	6	86	Самоцкая В.В.			Шилова С.А. (Сунцов В.В.)	8	34
Мунхбаатар М. (Мунхбаяр Х.)	1	37	(Квартальнов П.В.,			Шлотгауэр С.Д.	6	45
Мунхбаяр Х. (Мунхбаатар М.)	1	37	Иваницкий В.В., Марова И.М.)	6	35	Штанге А.	1	68
Н азаров Р.А.	10	63	Сарафанова Н.А. (Малыгин П.Д.)	6	41	Ш ербаков А.Б. (Иванов В.К.,		
Наугольных С.В.	2	69	Свердлов Л.М.	9	61	Жолобак Н.М., Иванова О.С.)	3	47
Немировская И.А.	4	36	Свиридов А.В.	10	53			
Никонов А.А. (Флейфель Л.Д.)	12	27	Севастьянова А.А.					
О рлов А.С.	11	87	(Моисеева И.Г.,					
Орлов В.В. (Пономарев Л.И.)	3	4	Александров А.В., Романов М.Н.)	4	10			
Орлова В.Ф.	10	60	Семенов Д.В.	1	84			
Оськина Н.С. (Келлер Н.Б.)	9	68		3	83			
				12	49			

От редакции

К величайшему сожалению, в заметке Г.П.Аксенова «Болдинская осень в Боровом», опубликованной в №8 2011г., посвященной комментариям к очередному тому издания дневников В.И.Вернадского, по недосмотру редактора снова возник термин «дисимметрия». В свое время при посмертных изданиях трудов Вернадского (в 60-х годах прошлого века) это слово появилось благодаря безграмотности коммунистических цензоров. Пришлось публично пояснять, что оно не просто не существует (дисимметрия — двойная симметрия!), но совершенно искажает глубокую мысль Вернадского о кардинальном отличии геометрии пространства живого вещества от неживого. Речь идет о диссимметрии (отсутствии симметрии, существовании «двух разных симметрий» — симметрии живого и неживого вещества!), представление о которой вошло в науку после работ Л.Пастера. От них и отталкивался академик Вернадский.

В №11 за 2010 г. в статье «Ты мой единственный самый близкий друг» не указано, что публикацию писем Н.И.Вавилова подготовили Ю.Н.Вавилов и М.А.Вешнякова.

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь

Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

Л.П.БЕЛЯНОВА

Е.Е.БУШУЕВА

Т.С.КЛЮВИТКИНА

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

Н.В.УСПЕНСКАЯ

О.И.ШУТОВА

С.В.ЧУДОВ

Литературный редактор

Е.Е.ЖУКОВА

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор

Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:

С.В.ЧУДОВ

Набор:

Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:

М.В.КУТКИНА

Л.М.ФЕДОРОВА

Графика, верстка:

А.В.АЛЕКСАНДРОВА

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Российская академия наук,
президиум
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119049,
Москва, Мароновский пер., 26
Тел.: (499) 238-24-56, 238-25-77
Факс: (499) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 16.11.2011
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отг. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 1937
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6

www.ras.ru/publishing/nature.aspx

При использовании материалов ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.