

ПРОДА

8 15



Главный редактор академик **А.Ф.АНДРЕЕВ**

Первый заместитель главного редактора
доктор физико-математических наук **А.В.БЯЛКО**

Заместители главного редактора:
член-корреспондент РАН **В.В.МАЛАХОВ** (биология),
доктор геолого-минералогических наук **А.А.ЯРОШЕВСКИЙ** (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

О.О.Астахова (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук
Л.П.Белянова (редактор отдела экологии и химии), доктор физико-математических наук
А.Н.Васильев (физика), доктор географических наук **А.А.Величко** (география), академик РАН **А.И.Воробьев** (медицина), академик **С.С.Герштейн** (физика), академик **Г.С.Голицын** (физика атмосферы), доктор химических наук **И.С.Дмитриев** (химия), академик **Л.М.Зеленый** (космические исследования), академик **В.Т.Иванов** (биоорганическая химия), доктор биологических наук **С.Л.Киселев** (генетика), член-корреспондент РАН **М.В.Ковальчук** (физика), **Г.В.Короткевич** (редактор отдела научной информации), **Е.А.Кудряшова** (ответственный секретарь), академик **Н.П.Лаверов** (геология), доктор геолого-минералогических наук **А.Ю.Леин** (геохимия), доктор биологических наук **А.М.Носов** (физиология растений), академик **Л.В.Розенштраух** (физиология животных), академик **А.Ю.Румянцев** (ядерная физика), академик **В.П.Скулачев** (биохимия), кандидат физико-математических наук **К.Л.Сорокина** (редактор отдела физики и математики), кандидат исторических наук **М.Ю.Сорокина** (история науки), кандидат физико-математических наук **В.Г.Сурдин** (астрономия), **Н.В.Ульянова** (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), **Н.В.Успенская** (редактор отдела истории естествознания и публицистики), академик **О.Н.Фаворский** (энергетика), академик **Л.Д.Фаддеев** (математика), академик **М.А.Федонкин** (палеонтология), академик **А.Р.Хохлов** (физическая химия), академик **А.М.Черепашук** (астрономия, астрофизика), академик **Ф.Л.Черноусько** (механика), член-корреспондент РАН **В.П.Шибает** (химия), **О.И.Шутова** (редактор отдела охраны природы)

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. На строительной площадке Международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР (г. Кадараш, Франция). 2015 г. См. в номере: **Стрелков В.С.** *Термоядерная энергетика: 60 лет исследований. Что дальше?*

Фото предоставлено автором

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Иностранцевия, нападающая на парейазавра. Картина А.П.Быстрова из экспозиции Палеонтологического музея им.Ю.А.Орлова. См. в номере: **Сенников А.Г., Сенникова Е.А.** *В.П.Амалицкий и А.П.Амалицкая: у истоков палеонтологии позвоночных в России.*



В НОМЕРЕ:**3 Стрелков В.С.**
**Термоядерная энергетика:
60 лет исследований. Что дальше?**

К 2030—2040 гг. программная цель сооружаемого в г.Караше (Франция) экспериментального термоядерного реактора — нагреть и удержать DT-плазму — будет выполнена. На пути к созданию энергетического реактора на базе токамака нерешенными останутся только две физико-технические задачи: развитие методов эффективной генерации тока в плазме и обеспечение надежной работы первой стенки установки в течение длительного времени.

12 Стрелков П.П.
Мир морских озер

Морские озера — своего рода острова океана. О них ходит много легенд. В чем же уникальность этих водоемов?

21 Цвелых А.Н.
**Птицы древнего Херсонеса
на мозаиках и фресках
византийского времени**

На напольных мозаиках, обнаруженных при раскопках древнего Херсонеса Таврического в Севастополе, изображены различные птицы. Попытки выяснить их видовую принадлежность позволили получить интересные данные об орнитофауне региона в раннем Средневековье.

33 Никонов А.А.
**Древнерусские богатыри против
Змея Сейсминовича**

Сейсмологов давно интересовала история древних землетрясений в Карпатах с отголосками в Киевской Руси. Но для домонгольской Руси источники сведений о них — исключительно русские летописи и... былины.

42 Иванов А.Н.
Орнитогенные геосистемы островов

На островах Северной Пацифики веками существуют крупные птичьи базары. В отсутствие наземных хищников и человека птицы заселяют остров целиком и оказывают сильнейшее воздействие на большинство природных компонентов. Попробуем проследить за превращением зональных островных ландшафтов в так называемые орнитогенные геосистемы.

50 Маслова Н.П., Кодрул Т.М.
**Древний микромир:
палеоботаническое открытие**

На ископаемых остатках головчатых соплодий платаноидов из местонахождения Кундур (верхний мел) обнаружены фоссилизованные бактериоморфные структуры. Установлено, что поражение тканей древнего растения произошло еще при жизни. Эта уникальная находка проливает свет на коэволюционные связи между цветковыми растениями и микроорганизмами.

Резонанс**56 Кауфман Л.Я.**
**Можно ли сохранить Мертвое море,
вливая в него посторонние воды?****Вести из экспедиций****62 Глушков В.В.**
На островах Токто**Времена и люди****74 Сенников А.Г., Сенникова Е.А.**
**В.П.Амалицкий и А.П.Амалицкая:
у истоков палеонтологии
позвоночных в России****Редакционная почта****85 Гельфанд М.С.**
Прерванная «Династия»**88** **Новости науки**

Сказались ли изменения климата на биоте тундровых озер? **Фефилова Е.Б., Батурина М.А.** (88). Байкал под антропогенным воздействием. **Зилов Е.А.** (89). Кенделенские курганы раскрывают тайны. **Клещенко А.А.** (90).

Рецензии**91 Наумов Г.Б.**
На земле и в океане
(на кн.: Ю.А.Богданов, А.Ю.Леин, А.П.Лисицын. Полиметаллические руды в рифтах Срединно-Атлантического хребта (15—40° с.ш.): Минералогия, геохимия, генезис).**93** **Новые книги****96** **Объявление**

CONTENTS:

3 **Strelkov V.S.** **Thermonuclear Energy: 60 Years of Research. What Next?**

By the 2030–2040 years the program objective of experimental nuclear fusion reactor being built in Cadarache (France) – heat and retain DT-plasma – will be accomplished. Towards a power reactor based on the tokamak only two physical and technical tasks will remain unresolved: development of methods for the efficient generation of plasma current and to ensure reliable operation of the first wall installation for a long time.

12 **Strelkov P.P.** **The World of Marine Lakes**

Marine lakes are a sort of islands of the ocean. There exist many legends about them. What is the uniqueness of these reservoirs?

21 **Tsvelykh A.N.** **Birds of Ancient Chersonese on Mosaics and Frescos of Byzantine Period**

Various birds are depicted on the floor mosaics found during excavations of ancient Chersonese Taurian in Sevastopol. Attempts to find out their species yielded interesting data on the avifauna of the region in the early Middle Ages.

33 **Nikonov A.A.** **Ancient Russian Bogatyrs against Serpent Seismovich**

Seismologists for a long time were interested in history of ancient earthquakes in Carpathian mountains with echoes in Kievan Rus. But for pre-Mongol Russia the only sources of relevant information are Russian chronicles and epics.

42 **Ivanov A.N.** **Ornithogenic Island Geosystems**

On the Northern Pacific islands large bird colonies exist for centuries. In the absence of terrestrial predators and humans the birds colonize the island completely and exert the strongest influence on the most natural components of ecosystems. Let's try to follow the transformation of the zonal island landscapes into so-called ornithogenic geosystems.

50 **Maslova N.P., Kodrul T.M.** **Ancient World of Microbes: A Paleobotanic Discovery**

On the fossil capitate infructescences of platanoids at Kundur location (Upper Cretaceous) found fossilized bacteria-like structures. It was established that the ancient plant tissue damage occurred during its lifetime. This unique discovery sheds light on the coevolutionary relationship between flowering plants and microorganisms.

Resonance

56 **Kaufman L.J.** **Is it Possible to Preserve the Dead Sea by Flowing into it Extraneous Waters?**

Notes from Expeditions

62 **Glushkov V.V.** **On Tokto Islands**

Times and People

74 **Sennikov A.G., Sennikova E.A.** **V.P. Amalitsky and A.P. Amalitskaya: At the Origins of Vertebrate Paleontology in Russia**

Letters to Editor

85 **Gelfand M.S.** **Interrupted «Dinasty»**

88 **Science News**

Have Climate Changes Affected Biota of Tundra Lakes? Fefilova E.B., Baturina M.A. (88). Baikal under Anthropogenic Influence. Silow E.A. (89). Kendelesk Burial Mounds Reveal their Secrets. Kleshchenko A.A. (90).

Book Reviews

91 **Naumov G.B.** **On Land and Sea** (on book: Yu.A. Bogdanov, A.Yu. Lein, A.P. Lisitzin. Polymetallic Ores at Riffs of Mid-Atlantic Ridge (15–40°N): Mineralogy, Geochemistry, Genesis)

93 **New Books**

96 **Advertisement**

Термоядерная энергетика: 60 лет исследований. Что дальше?

В.С.Стрелков

К 1953 г. СССР и США получили экспериментальные доказательства возможности производства энергии за счет реакции слияния легких ядер, реализовавшиеся в виде взрывов термоядерных бомб или устройств. Однако задача практического приложения реакций синтеза в мирных целях — для производства электроэнергии на термоядерной станции или наработки делящегося топлива (создания термоядерного источника нейтронов — ТИН) [1] — до сих пор не решена. Сегодня, спустя 60 лет после начала работ по исследованию свойств высокотемпературной плазмы на отечественной установке ТМП (торе с магнитным полем), термоядерной электростанции или даже ее эскизного проекта не существует. Тем не менее интенсивные попытки исследовать физику и получить устойчивую горячую плазму с положительным выходом энергии продолжают во многих странах. Это обещание звучало из уст маститых ученых с интервалом примерно в 20 лет, и решение проблемы обычно виделось через 20 лет. Дипломатичный и, следовательно, реалистичный ответ дал академик Л.А.Арцимович: «Она [эта задача] обязательно будет решена, когда термоядерная энергия будет совершенно необходима человечеству». Реактор на основе синтеза ядер до сих пор не создан, значит, он действительно пока не очень нужен человечеству.

© Стрелков В.С., 2015



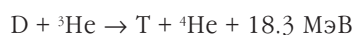
Вячеслав Сергеевич Стрелков, доктор физико-математических наук, профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», советник президента Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Лауреат Государственных премий СССР и премии Правительства РФ в области образования. Специалист по физике горячей плазмы и технике эксперимента на токамаках.

Из основ термоядерного синтеза

Слияние-синтез легких элементов в более тяжелое ядро сопровождается выделением огромных количеств энергии. Вероятность таких реакций возрастает с ростом относительной скорости частиц. Для практических целей использования термоядерной энергии интерес представляют реакции слияния ядер дейтерия (D), а также дейтерия и трития (T):



При одинаковых относительных скоростях частиц сечение реакции (1) почти в 100 раз выше, чем сечение слияния ядер дейтерия. Иными словами, она имеет почти в 100 раз более высокую вероятность и более высокий выход энергии на каждый акт реакции. Кроме того, основная доля энергии выносится из объема реакции (1) быстрыми (14.1 МэВ) нейтронами, почти не влияющими на тепловую нагрузку стенки камеры. В реакциях (2) и (3) энергия в одном акте в несколько раз ниже — основная ее доля выделяется в заряженных частицах. В стационарно работающем реакторе выделенное тепло должно быть снято через стенку камеры, что усложняет условия его работы. Некоторое время назад реализация D³He-реакции



рассматривалась как возможность создания термоядерного реактора с малой дозой нейтронов и, следовательно, с малой наведенной радиоактивностью [2]. Однако в 50%-й смеси дейтерия и гелия-3

нейтронный поток лишь в четыре раза меньше, чем при работе на чистом дейтерии. К тому же гелия-3 на Земле в промышленном масштабе пока не обнаружили.

Исторический экскурс

В 1951 г. вышла серия закрытых работ И.Е.Тамма и А.Д.Сахарова (позднее они стали общедоступными), посвященных теории термоядерного реактора [3—5]. В их основе лежали три основные идеи:

- реализация реакции синтеза для получения энергии или наработки ^{233}U ;
- термоизоляция горячей плазмы магнитным полем с замкнутыми силовыми линиями;
- нагрев плазмы током и создание магнитной конфигурации с вращательным преобразованием для компенсации тороидального дрейфа при сложении магнитного поля тока с тороидальным магнитным полем.

Для реализации термоядерного синтеза, утверждали авторы, необходимо *нагреть и удержать* DD-плазму — это главная цель, к которой должны стремиться исследователи. В тех же работах Тамм и Сахаров обозначили один из путей ее достижения — создание магнитного термоядерного реактора (МТР).

Спустя несколько лет в Лаборатории измерительных приборов АН СССР (будущем Институте атомной энергии), возглавляемой академиком И.В.Курчатовым, в отделе Л.А.Арцимовича начались первые эксперименты с тороидальными разрядами. В 1954 г. здесь по инициативе сотрудников отдела И.Н.Головина и Н.А.Явлинского на основе идей Тамма и Сахарова построили установку с сильным магнитным полем — ТМП [6]. Плазма

в ней создавалась за счет ионизации и нагрева газа (водорода или дейтерия) в тороидальной керамической камере. Внутри находилась спираль из нержавеющей стали. Изменение величины тока в обмотке возбуждения разряда создавало вихревое электрическое поле, приводившее к ионизации газа, близкой к 100%, и току в плазме, который был, по сути, вторичным витком трансформатора. Тороидальная обмотка, расположенная снаружи камеры, создавала стабилизирующее внешнее магнитное поле. На установке изучали зажигание и устойчивость сильноточного (до 250 кА) разряда в магнитном поле (до 1.5 Тл). Позднее в экспериментах обнаружили жесткое рентгеновское излучение, возникающее в момент торможения в стенке камеры электронов, ускоренных вихревым электрическим полем. Оценка энергии излучения свидетельствовала о хорошем удержании (свыше нескольких тысяч оборотов вдоль тора) ускоренных электронов. Такой тип установок позднее получил название «токамак» (ТОроидальная КАмера с МАгнитным полем).

В 1956 г. И.В.Курчатов выступил в Харуэлле — атомном центре Англии — с докладом, подготовленным по результатам исследований сильноточных электродных разрядов (пинчей) в отделе Арцимовича. Позднее, в 1969 г., зарубежные коллеги, принимавшие участие в совместном эксперименте на отечественном токамаке Т-3А (рис.1), рассказывали, что доклад не вызвал ни одного вопроса: английские ученые боялись показать свою «осведомленность». Между тем в харуэльском центре уже близилось к завершению сооружение установки ZETA — тороидального пинча со слабым полем. После выступления Курчатова начался процесс рассекречивания работ по термояду, обмен информацией между учеными. Обычными

стали международные конференции и взаимные визиты специалистов. Постепенно росло число стран, изучающих физику плазмы в связи с термоядерной проблемой.

Оказалось, что «мы не одиноки в этом мире» и подходы к проблеме нагрева и термоизоляции горячей плазмы практически одинаковы по обе стороны «железного занавеса». В США исследованиям на токамаке противопоставляли нагрев и удержание плазмы в стеллараторе — замкнутой системе, где вращательное преобразование достигалось за счет токов, текущих во внешних обмотках. На первых порах сравнение результатов не позволяло сделать выбор в пользу стелларатора или токамака. В течение последующих лет

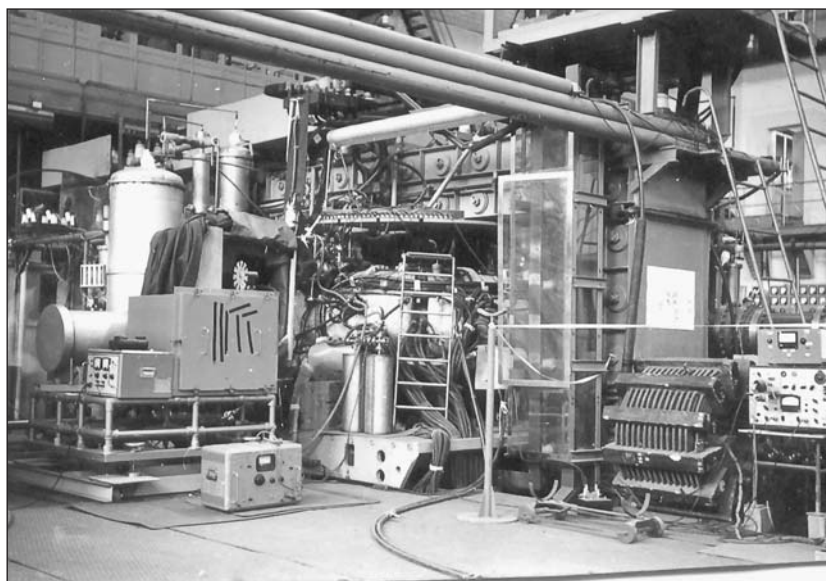


Рис.1. Токамак Т-3А (1961—1971 гг.).

плазму в токамаке изучали только в СССР. За 15 лет работы ученые установили, что:

- плазменный шнур макроскопически устойчив при условии $q > 1$ (рис.2), известном как критерий Крускала—Шафранова, где q — так называемый запас устойчивости;

- в макроскопически устойчивом плазменном шнуре аномально большие потери тепла из плазмы связаны не с потерей частиц, а с переносом тепла квантами, т.е. с радиационными потерями [7];

- постоянные или медленно меняющиеся во времени слабые магнитные поля, перпендикулярные основному тороидальному магнитному полю, приводят к смещению равновесного положения шнура относительно центра камеры и к росту потери энергии из плазмы [8];

- в отличие от опытов на стеллараторах, термоизоляция плазмы в токамаке увеличивается с ростом температуры электронов [9—11];

- температура электронов в центре шнура в токамаке превышает 1 кэВ [12], а ионов — 0.4 кэВ [13, 14] (и этот факт подтвердился в совместном советско-английском эксперименте по томсоновскому рассеянию на установке Т-3А [15]);

- ионная температура и плотность плазмы в токамаке достаточна для рождения в DD-реакции детектируемого потока нейтронов [14] (рис.3, 4).

Лишь к началу 1970-х годов эти результаты заметили и оценили в международном научном сообществе. Мир осознал, что среди существовавших тогда установок для горячей плазмы на первое место вышел токамак: именно в нем экспериментально получили *наибольшую степень термоизоляции плазмы*. Началось бурное строительство установок этого типа. В 1990-х годах исследования на токамаках стали основным направлением национальных термоядерных программ во многих странах. Наивысшие достижения по параметру nT_e (произведение плотности, температуры и времени удержания), полученные в ведущих лабораториях мира, приведены на рис.5.

В 1972 г. Л.А.Арцимович и В.Д.Шафранов предложили создать некруглую форму сечения плазменного шнура [16]. Вытянутый по вертикали, он имел более высокую эффективную плотность тока в плазме при фиксированном тороидальном поле. Кроме того, технология растягивания шнура с помощью токов, текущих параллельно во внешних обмотках сверху и снизу, удачно сочеталась с идеей дивертора — устройства для снятия высоких тепловых нагрузок, выносимых из плазменного объема, которое предложил Л.Спитцер [17]. Большая часть построенных к концу прошлого столетия установок имела диверторную конфигурацию и некруглое сечение плазменного шнура. Дивертор позволяет путем пропускания токов в специальных дополнительных обмотках изменить магнитную конфигурацию в пристеночной области и создать такую структуру, при которой область взаимодействия заряженных частиц с ма-

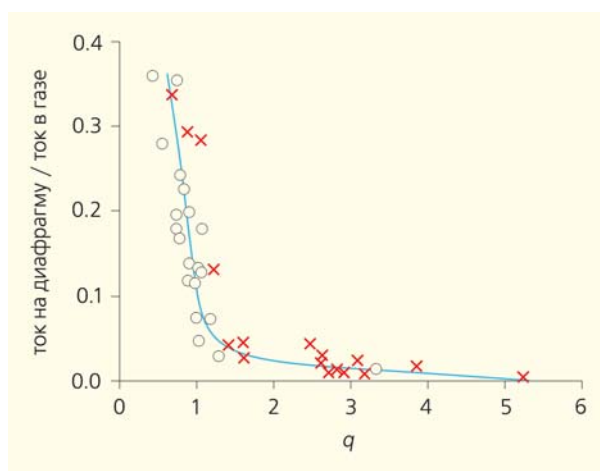


Рис.2. Снижение доли тока, текущего на диафрагму, с ростом запаса устойчивости q .

териальной стенкой несколько отдалена от основной плазмы.

С ростом электронной температуры электрическое сопротивление плазмы падает, снижается и мощность омического нагрева. Так как величина тока ограничена условиями устойчивости, то для дальнейшего подъема температуры в дополнение к омическому потребовались другие методы нагрева плазмы. В качестве таковых специалисты предложили инжекцию быстрых атомов водорода или дейтерия [18] и различные методы использования радиоволн высокой или сверхвысокой частоты [19]. Это позволяло в несколько раз увеличить мощность, вложенную в плазму, что рождало надежду на рост ее температуры до предельных величин.

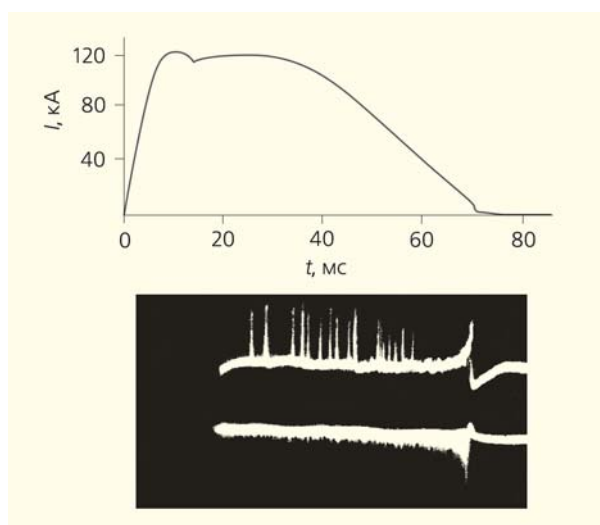


Рис.3. Один из первых разрядов на токамаке Т-3А, где наблюдали нейтроны. Вверху — осциллограмма тока, в середине — сигнал борного счетчика, регистрирующего нейтроны, внизу — сигнал сцинтилляционного счетчика, регистрирующего γ -излучение.

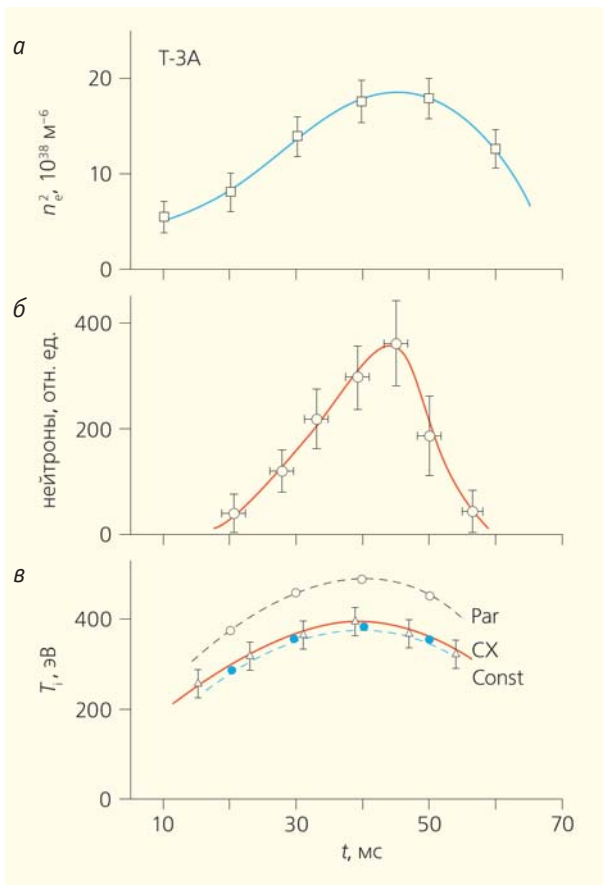


Рис.4. Изменение квадрата средней плотности плазмы со временем на токамаке Т-3А (а); изменение интенсивности нейтронного излучения (б); ионная температура, определенная по спектрам нейтралов перезарядки (CX) и интенсивности нейтронного излучения в предположении однородного (Const) и параболического (Par) распределения температуры и плотности (в).

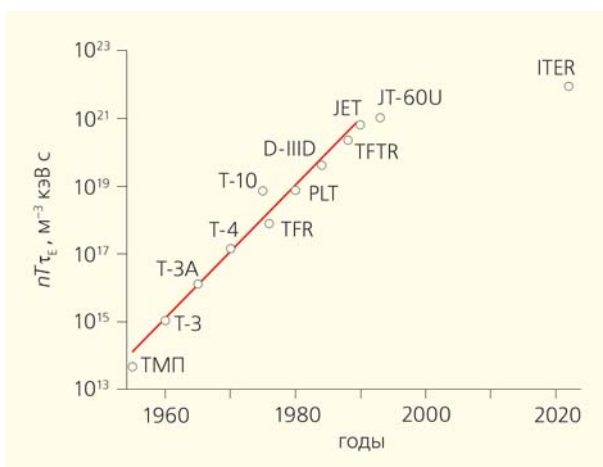


Рис.5. Наивысшие значения произведения плотности, температуры и времени удержания $nT_e\tau_E$, полученные на различных токамаках, и планируемое значение параметра $nT_e\tau_E$ для строящейся установки ИТЭР.

Однако надежды не оправдались: дополнительный нагрев, независимо от способа, вызывал рост плазменных потерь, поэтому подъем температуры оказался ниже ожидаемого. Механизм наблюдаемого эффекта, получившего название L-мода (от англ. low — низкий), так и не стал ясным в полной мере. Вскоре интерес к этому явлению ослаб, так как на токамаке ASDEX (Германия) [20], имевшем некруглое сечение плазменного шнура и тороидальный дивертор, открыли так называемую H-моду (от англ. high — высокий) — спонтанный переход к режиму улучшенного удержания плазмы при большой мощности ее нагрева. Позднее экспериментаторы научились получать H-моду почти на всех токамаках. Коэффициент роста времени удержания (H-фактор) на разных установках составлял 1.5–2. Этому способствовало открытие внутренних и наружных транспортных барьеров.

Путь к термоядерному зажиганию

В середине 1980-х годов международное научное сообщество, основываясь на результатах многочисленных экспериментов, постепенно стало склоняться к выводу о возможности построить токамак, в котором величина Q (отношение ядерной мощности P_{nuc} к мощности, вводимой в плазму извне — $P_{\text{heat}} + P_{\text{cur. drive}}$) будет в стационарном режиме больше единицы, т.е. *термоядерная мощность в виде быстрых нейтронов и альфа-частиц превысит мощность, затрачиваемую на поддержание температуры и тока в DT-плазме*. А в дальнейшем можно получить *зажигание*. Иными словами, обеспечить термоизоляция, при которой потери тепла из плазмы с температурой более 10 кэВ компенсируются притоком энергии от альфа-частиц, рожденных в DT-реакциях. Энергию быстрых нейтронов при этом можно использовать для производства электроэнергии или наработки делящегося топлива.

В 1991–1997 гг. на установках JET (Великобритания) и TFTR (США) были проведены демонстрационные эксперименты с тритием (рис.6), в ходе которых мощность потока быстрых нейтронов и альфа-частиц (16 МВт) составляла значительную долю от затраченной на нагрев плазмы. Величина Q не достигала единицы, но была близка к ней [21].

Токамак нового поколения

За прошедшие 60 лет теория плазмы, удерживаемой магнитным полем, может похвастать многими крупными достижениями, но поведение ионизированного газа в токамаке настолько многообразно, что единой концепции, описывающей его нагрев и удержание, пока нет. Поэтому создателям следующего поколения установок приходится, опираясь на теорию, анализировать эмпири-

ческие зависимости (скейлинги) параметров плазмы от внешних параметров на данной установке, сравнивать результаты с разных установок и находить общие закономерности. Экстраполяция найденного скейлинга в область желаемых, более высоких параметров плазмы (что, вообще говоря, некорректно), позволяет найти необходимые технические параметры новой установки. Эту процедуру и использовали для определения размеров, величины магнитного поля, тока в плазме и других показателей Международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР (International Thermonuclear Experimental Reactor — ITER), энергетическая мощность которого должна в несколько раз превысить затрачиваемую на поддержание плазмы [21]. Первоначально идею его создания выдвинули и поддержали ученые Евросоюза, Кореи, Китая, России, США и Японии. В экспериментах с плазмой некруглого сечения и дивертором, признанных ИТЭР-подобными, специалисты попытались найти выражение для времени удержания энергии в виде произведения степенных функций различных характеристик реактора. Показатели степени для каждой функции меняли так, чтобы обеспечить минимальное расхождение выведенного скейлинга с совокупностью экспериментальных данных. Полученный таким образом скейлинг ИТЭР можно представить в виде выражения:

$$\tau_E = 0.0562 I^{0.93} B^{0.15} n^{0.41} P^{-0.69} R^{1.97} \kappa^{0.78} \epsilon^{0.58} M^{0.19},$$

где τ_E — время удержания энергии в плазме (с), I — ток, текущий по плазме (МА), B — тороидальное магнитное поле (Тл), n — плотность (10^{19} м^{-3}), P — мощность нагрева (МВт), R — большой радиус тора (м), κ — удлинение плазменного шнура по вертикали, ϵ — тороидальность, M — масса ионов в протонных единицах (а.е.м.). Сравнение резуль-

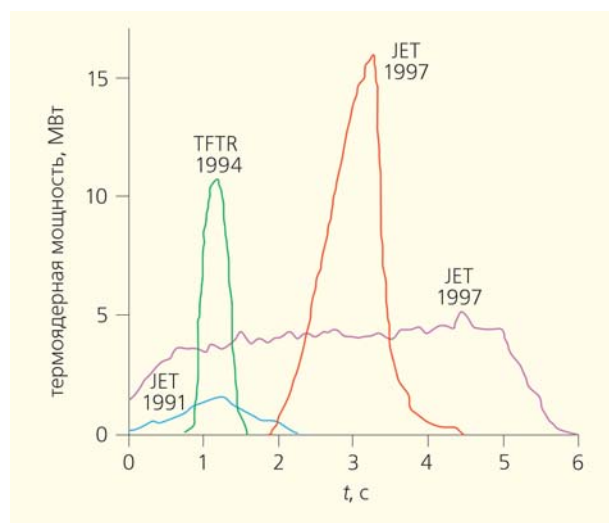


Рис.6. Термоядерная мощность, генерируемая в DT-экспериментах на токамаках JET и TFTR [21].

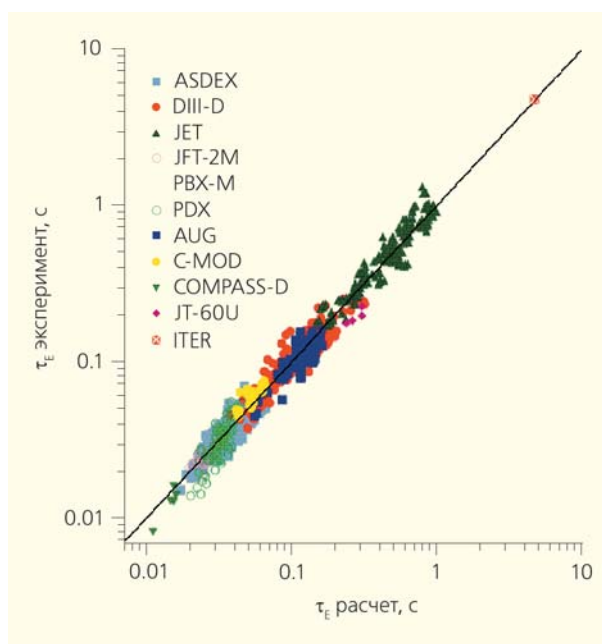


Рис.7. Сравнение экспериментального энергетического времени жизни с рассчитанным по скейлингу ИТЭР.

татов вычислений по скейлингу с имеющейся базой экспериментальных данных приведено на рис.7. Видно, что скейлинг ИТЭР описывает в пределах 20%-й ошибки экспериментальные данные с различных токамаков. Его экстраполяция в область времени удержания плазмы 4–6 с позволяет определить параметры ИТЭР.

В 1992 г. после подписания соглашения о разработке инженерного проекта началась совместная работа по созданию на юге Франции рядом с исследовательским центром Кадараш Международного экспериментального термоядерного реактора. Он должен продемонстрировать $Q = 5–10$ с длительностью импульса до 1000 с. Нагрев плазмы за счет торможения альфа-частиц в выражении для Q не учитывается. При зажигании Q стремится к бесконечности. Сегодняшний опыт проектирования и сооружения ИТЭР, а также результаты экспериментов на современных установках снимают сомнения в достижении программных целей термоядерного реактора. Если в 2030–2040 гг. в опытах с тритием на нем удастся получить режим с $Q > 5–10$, значит, поставленная в середине прошлого века задача — *нагреть и удержать* DT-плазму — будет выполнена.

Физико-технические проблемы стационарного реактора

После достижения в ИТЭР самоподдерживающегося горения в перспективе работ по термоядерному энергетическому реактору остаются только две физико-технические задачи:

— развитие методов эффективной генерации постоянного тока в плазме длительностью 3—10 тыс. ч, т.е. создание условий непрерывной (в течение месяцев) работы установки;

— обеспечение надежной работы первой стенки в течение длительного времени.

Без их решения говорить о создании термоядерного реактора на базе токамака бессмысленно.

Ток играет важную роль не только на начальной стадии образования и нагрева плазмы, но и во время всего процесса. Его магнитное поле при сложении с тороидальным создает конфигурацию с вращательным преобразованием. В стационарных условиях нужны другие (неиндуктивные) методы генерации тока. И в этом вопросе природа пошла навстречу ученым и инженерам. Теоретически и экспериментально было показано, что в токамаке радиальная диффузия приводит к возбуждению так называемого бутстрэп-тока [22], текущего в тороидальном направлении. Его величина может составлять до 70% от тока плазмы (остальная доля должна создаваться внешней системой).

В стационарном DT-реакторе (при постоянной температуре плазмы) на стенку всегда будет выделяться мощность P_{wall} , не меньшая, чем сумма мощности, выделенной альфа-частицами (она составляет 3.5/17.6 от полной мощности реактора) и системой поддержания тока $P_{cur. drive}$. Здесь надо учитывать, что быстрые нейтроны проходят через первую стенку практически без поглощения, а та должна воспринять и передать теплоносителю только мощность, выделенную альфа-частицами и системой поддержания тока. Естественно, что эффективность нагрева плазмы альфа-частицами должна была максимальной. Прямое их попадание на стенку ведет к разрушению последней и потере энергии. Чтобы нивелировать этот эффект, следует выполнить условие магнитного удержания $r_L \ll a_{pl}$, где r_L — ларморовский радиус альфа-частицы, a_{pl} — размер плазмы. Сферические токамаки или компактные торы смогут удовлетворить этому условию только за счет *увеличения малого радиуса шнура*.

В ИТЭР в оптимальном режиме средняя тепловая нагрузка составит всего около 0.2 МВт/м². В реакторе эта величина будет расти пропорционально его мощности и падать с увеличением поверхности стенки. Кроме того, появляется некая дополнительная тепловая нагрузка на стенку за счет $P_{cur. drive}$. Важно, что

в сумме это не очень большая величина. В обычном двигателе внутреннего сгорания средние тепловые нагрузки выше.

Решение проблемы первой стенки следует искать не столько в выборе подходящего материала, сколько в создании режима работы токамака, при котором достигается максимальное усреднение во времени и пространстве потоков энергии из плазмы. В целом в термоядерном реакторе потоки тепла на первую стенку невелики. Другое дело — стойкость материала стенки и всей конструкции под действием быстрых (14.1 МэВ) нейтронов. Суммарный поток частиц, поглощенный в каком-нибудь узле конструкции (флюенс), определяет срок его жизни.

На решение двух обозначенных задач, по моему мнению, должна быть ориентирована экспериментальная программа модернизированной российской установки Т-15.

На 25-й Международной конференции по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу (Санкт-Петербург, 2014) специалисты представили ряд докладов, посвященных проблемам стационарного реактора. В частности, на американской установке DIII-D ток в плазме величиной в 1 МА поддерживался в течение 2 с с нулевым вихревым напряжением (± 0.02 В) за счет инжекции десятимегаваттного нейтрального пучка и трехмегаваттного пучка электронно-циклотронного резонанса (рис.8). Авторы обращают внимание на то, что время существования этого режима (нуле-

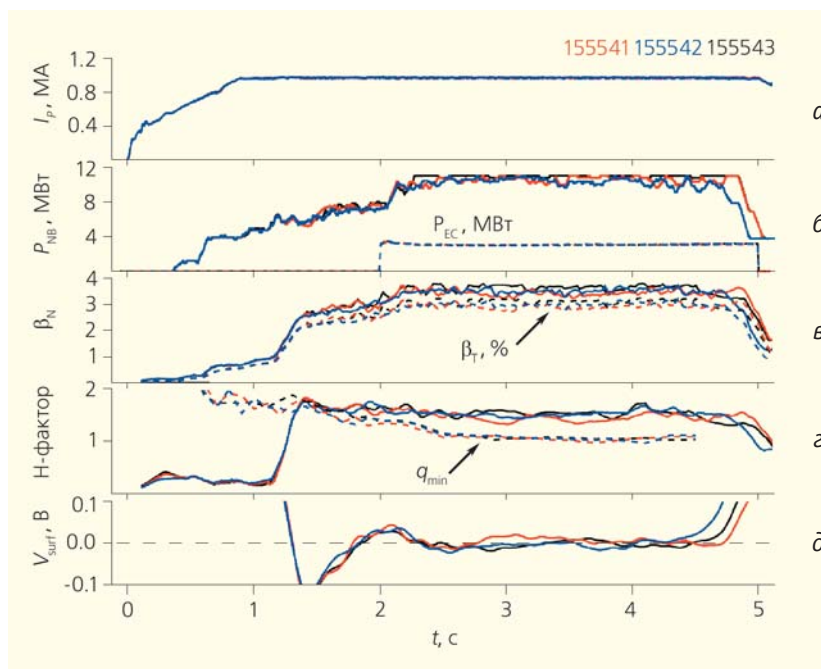


Рис.8. Безындукционный разряд на токамаке DIII-D [23]: ток разряда I_p (а); мощность нагрева пучком быстрых нейтралов P_{NB} и СВЧ-волнами P_{EC} (б); нормированное давление плазмы β (в); H-фактор и минимальный по сечению запас устойчивости q_{min} (г); напряжение обхода V_{surf} близкое к нулю (д).

вое напряжение) определялось длительностью работы инжектора нейтралов [23].

Тогда же специалисты сообщали, что на стеллараторе LHD, построенном более 15 лет назад в Японии, длительность существования плазмы со стационарным значением температуры ионов и электронов, равной 2 кэВ, достигала 48 мин (3 тыс. с) [24]. Средняя плотность гелиевой плазмы с 10%-й добавкой водорода составляла $1.2 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Высокая температура в течение этого времени поддерживалась введением в объем плазмы 0.9 МВт высокочастотной мощности ионно-циклотронного (ИЦ) и 0.3 МВт электронно-циклотронного (ЭЦ) нагрева (рис.9). Следует заметить, что в стеллараторе для удержания плазмы тороидальный ток не требуется, однако достигнутые сегодня на установках такого типа результаты по термоизоляции плазмы ниже, чем в токамаке.

ДЕМО — дело будущих поколений

Решение проблемы первой стенки и генерации тока — основная задача следующего этапа, связанного с созданием ДЕМО (демонстрационного реактора). Он должен дать ответы на все вопросы по строительству промышленной термоядерной станции. ДЕМО — дело будущих поколений исследователей, именно поколений. Я не уверен в том, что мы уже прошли половину пути к заветной цели — производству электроэнергии на термоядерной электростанции.

Можно ли было преодолеть эту дистанцию быстрее? Ответ утвердительный: да. Но для этого нужно было строить два экспериментальных термоядерных реактора. Соревнование между ними ускорило бы решение технических и административных проблем. Вспомните поучительный эпизод с С.П.Королевым. В группе, проектирующей посадочный лунный модуль, шла долгая дискуссия, какую поверхность имеет Луна. От ее исхода зависел выбор конструкции. Выдвигались аргументы в пользу многометрового слоя пыли, песчаной пустыни, твердой поверхности. Отсутствие решения стало тормозить дальнейшую работу. И тогда Сергей Павлович сделал волевой шаг, написав на листе бумаги: «Луна твердая». А что было бы, если б этот вопрос решался на международных симпозиумах и комиссиях?

В начале разработки ИТЭР обсуждали два основных конкурирующих предложения по мес-

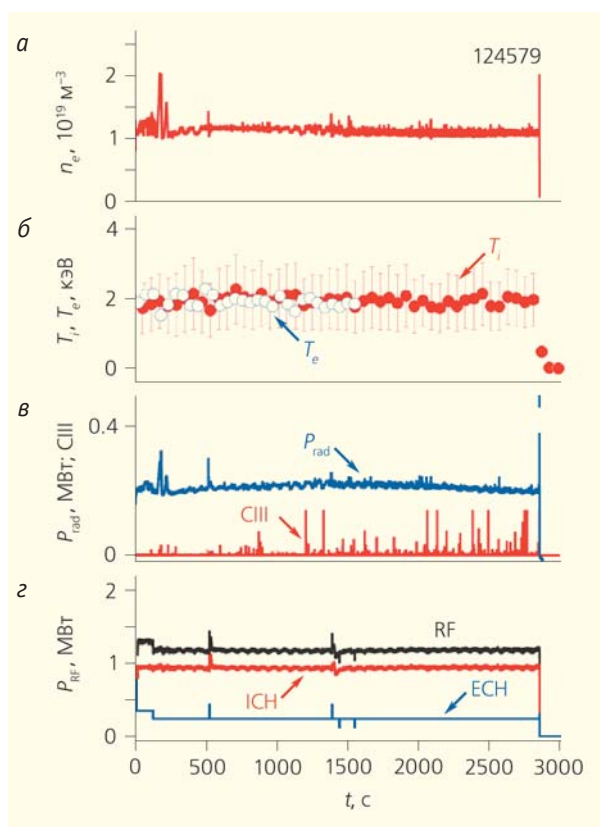


Рис.9. Импульс длительностью 48 мин на стеллараторе LHD [24]: плотность $n_e \approx 1.2 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ (а); температура $T_e \approx T_i \approx 2 \text{ кэВ}$ (б); мощность радиационных потерь $P_{\text{rad}} \approx 0.2 \text{ МВт}$ и свечение линии CIII (в); ИЦ-нагрев 0.9 МВт + ЭЦ-нагрев 0.3 МВт; рабочий газ гелий + 10% водорода (г).

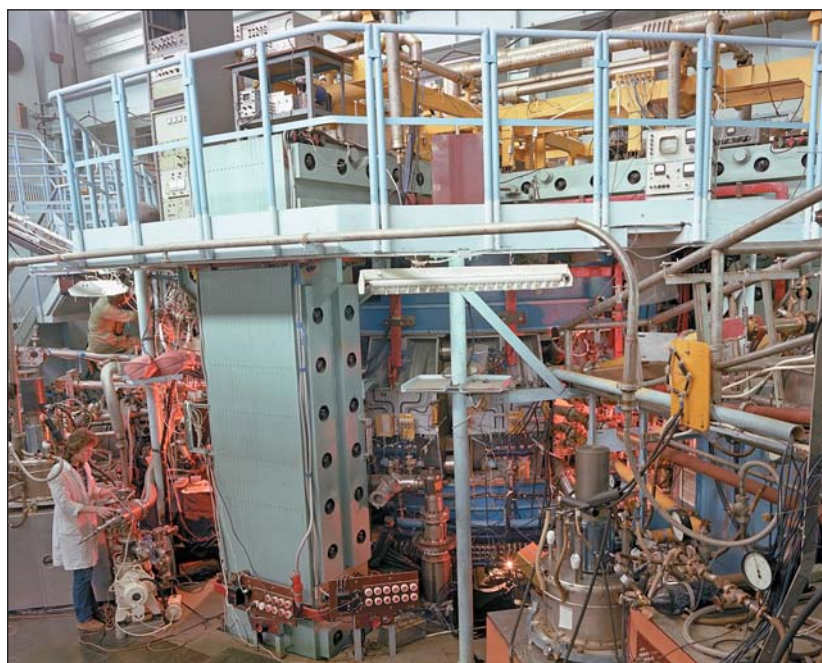


Рис.10. Токамак T-10 (1975 г.).

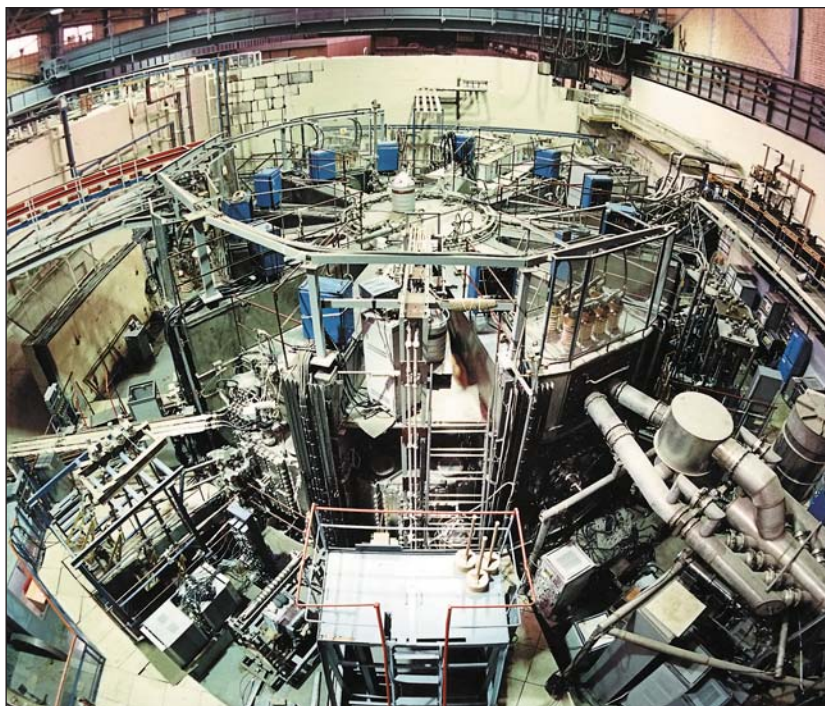


Рис.11. Токамак Т-15 со сверхпроводящими обмотками (1988 г.).

ту его сооружения: Европу и Японию. Предпочтения между участниками проекта разделились по ровну: Европа, Россия, КНР и Япония, США, Корея. Если бы решение о параллельном сооружении двух установок приняли, то первую плазму, на мой взгляд, уже сегодня получили бы по крайней мере в одной из них. Правда, при этом над Атлантикой, вероятно, летало бы на пару меньше стратегических бомбардировщиков с каждой из сторон. И худшее, что могло случиться, — они были бы не самой последней модификации.

Что касается другой возможности практического приложения реакции синтеза — создания термоядерного источника нейтронов (ТИН) для производства ядерного топлива [1], то ее планировали реализовать, используя пучки быстрых атомов и плазму с электронной темпе-



Рис.12. Общий вид строительной площадки ИТЭР. 2015 г.

ратурой в несколько сотен электронвольт в качестве мишени. Таковой могла быть плазма токамака с температурой ниже термоядерной (1–2 кэВ), однако интенсивность потока нейтронов в этой установке была бы слабой. По оценке авторов [1], для наработки заметных количеств делящегося материала для атомных электростанций (2000–

2500 кг в год) необходима установка с мощностью термоядерных нейтронов 1 ГВт, работающая 80% времени в течение года. Эти оценки соответствуют характеристикам ДЕМО, и, таким образом, на данном этапе развития программы токамака параметры следующего шага в создании термоядерной электростанции и ТИН совпадают. ■

Литература

1. Велихов Е.П., Ковальчук М.В., Азизов Э.А. и др. Термоядерный источник нейтронов для производства ядерного топлива // Атомная энергия. 2013. Т.114. С.160–165.
2. Головин И.Н., Кадомцев Б.Б. Состояние и перспективы управляемого термоядерного синтеза // Атомная энергия. 1996. Т.81. №5. С.364–372.
3. Тамм И.Е. Теория магнитного термоядерного реактора // Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций / Отв. ред. М.А.Леонтович. М., 1958. Т.1. Ч.1. С.3–19.
4. Сахаров А.Д. Теория магнитного термоядерного реактора // Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций / Отв. ред. М.А.Леонтович. М., 1958. Т.1. Ч.2. С.20–30.
5. Тамм И.Е. Теория магнитного термоядерного реактора // Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций / Отв. ред. М.А.Леонтович. М., 1958. Т.1. Ч.3. С.31–41.
6. Безбатченко А.Л., Головин И.Н., Козлов П.И. и др. Безэлектродный разряд с большой силой тока в тороидальной камере с сильным магнитным полем // Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций / Отв. ред. М.А.Леонтович. М., 1958. Т.4. С.116–133.
7. Долгов-Савельев Г.Г., Мухоматов В.С., Стрелков В.С. и др. Исследование тороидального разряда в сильном магнитном поле // ЖЭТФ. 1960. Т.38. №2. С.394.
8. Арцимович Л.А., Карташев К.Б. Влияние поперечного поля на тороидальный разряд // ДАН СССР. 1962. №6. С.1305–1308.
9. Арцимович Л.А., Бобровский Г.А., Мирнов С.В. и др. Термоизоляция плазмы на установках токамак // Атомная энергия. 1967. Т.22. №4. С.259–264.
10. Арцимович Л.А., Бобровский Г.А., Горбунов Е.П. и др. Экспериментальные исследования на установках токамак // Plasma Phys. and Contr. Nucl. Fusion Res. 1969. V.1. P.157–172.
11. Gorbunov E.P., Mirnov S.V., Strelkov V.S. Energy confinement time of a plasma as a function of the discharge parameters in tokamak-3a // Nucl. Fusion. 1970. V.10. P.43–51.
12. Анашин А.М., Горбунов Е.П., Иванов Д.П. и др. Эксперименты по лазерному и микроволновому зондированию плазмы и измерения диамагнитного эффекта на установке токамак Т-3А // ЖЭТФ. 1971. Т.60. №6. С.2092–2104.
13. Арцимович Л.А., Анашин А.М., Горбунов Е.П. и др. Нагрев ионов на установке Т-3А // Письма в ЖЭТФ. 1969. Т.10. С.130–133.
14. Арцимович Л.А., Анашин А.М., Горбунов Е.П. и др. Исследование нейтронного излучения плазмы на установке токамак Т-3А // ЖЭТФ. 1971. Т.61. № 2(8). С.575–581.
15. Peacock N.J., Robinson D.C., Forrest M.J. et al. Measurements of the electron temperature by Thomson scattering in tokamak T3 // Nature. 1969. V.224. P.488.
16. Арцимович Л.А., Шафранов В.Д. Токамак с некруглым сечением плазменного витка // Письма в ЖЭТФ. 1972. Т.15. №1. С.72–76.
17. Спитцер Л. Стелларатор // УФН. 1960. Т.71. С.327–338.
18. Eubank H. et al. PLT neutral beam heating results // Plasma Phys. and Contr. Nucl. Fusion Res. 1979. V.1. P.167–198.
19. Аликаев В.В., Бобровский Г.А., Позняк В.И. и др. Нагрев плазмы в токамаке ТМ-3 на электронно-циклотронном резонансе при магнитных полях до 25 кэ // Физика плазмы. 1976. Т.2. С.390–395.
20. Wagner F. A quarter-century of H-mode studies // Plasma Phys. Control. Fusion. 2007. V.49. P.B1.
21. ITER Physics Basis editors, experts group, joint central team and physics integration unit. ITER Physics Basis // Nucl. Fusion. 1999. V.39. №12. P.2137–2682.
22. Rosenbluth M.D., Hazeltine R.D., Hinton F.L. Plasma transport in toroidal confinement systems // Phys. Fluids. 1972. V.15. P.116.
23. Petty C., Turco F., van Zeeland M. et al. Achieving steady-state conditions in high-beta hybrid scenario in DIII-D // Phys. Fluids. 1972. Rep. PPC/P2–36.
24. Kasabara H., Yoshimura Y., Nagasaki K. et al. Progress of high-performance steady-state plasma and critical PWI issue in LHD // Phys. Fluids. 1972. Rep. EX/7–3.

Мир морских озер

П.П.Стрелков



Остров Кильдин в Баренцевом море описывают так: «На открытом и высоком сем острове летние ночи бывают наипрекраснейшие. Нельзя их препроводить во сне, когда солнце, на горизонте стоящее, облаками бывает не закрыто». Слова эти принадлежат отнюдь не поэту, а ученому и путешественнику XVIII в. Н.Я.Озерецковскому [1]. А вот что сказано в старой лоции — документе, не терпящем сантиментов: «Южный берег острова... очень красив, особенно при закате солнца, когда красноватые глинистые осыпи принимают багряный отсвет и кажутся состоящими из драгоценных камней» [2]. Удивительно, что место, расположенное в таких прекрасных природных декорациях, носит зловещее имя Могильное. Все дело в солнце — в плохую погоду, когда оно скрывается за тучами, пейзаж принимает пугающие облики. Писатель и капитан В.В.Конецкий, переживший у о.Кильдин ужасную бурю и потерпевший кораблекрушение, запомнил его таким: «Сундуки — это такие злобные и коварные камни на восточной оконечности острова Кильдин. Сундуки. А напротив, на материковом берегу, скалистый мыс Три Сестры. Сестры даже зимой черные. Ветер сдувает с отвесных скал снег. Сестры чернеют и сквозь туман, и сквозь метель. Между Сундуками и Тремя Сестрами рейд с веселым названием Могильный»*. А в сотне шагов в глубь острова от берега рейда находится одноименное озеро.

Чудо природы

Об оз.Могильном рассказывают прстранные вещи. Внешне оно обычное, только маленькое — площадью всего 11 га (размер среднего пруда в городском саду). Вода на поверхности — пресная, однако чем глубже, тем она солонее. У дна (на глубине 16 м) ее соленость достигает океанических значений — 32 г/л. Опущенный на глубину металлический батометр (прибор для взятия проб воды) возвращается пугающе черным, как будто вымазанным тушью,

* Подробнее см.: Конецкий В.В. Вчерашние заботы. М., 1979.



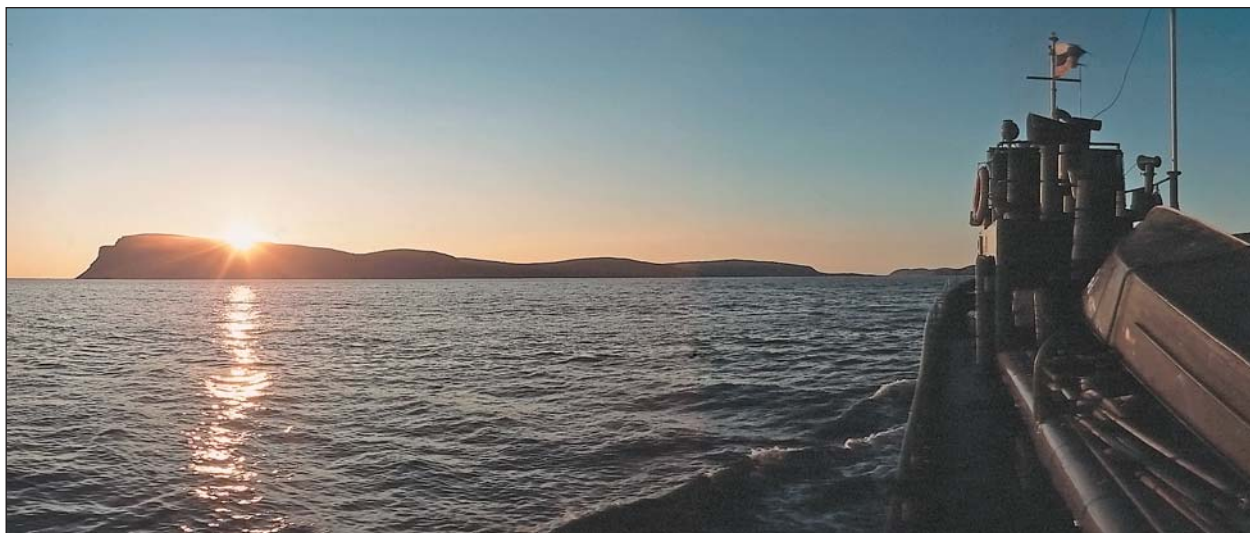
Петр Петрович Стрелков, кандидат биологических наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета. Область научных интересов — эволюционная биология морских гидробионтов.

и его содержимое пахнет тухлыми яйцами. Такой запах имеет сероводород — газ, который считается смертельным ядом для всего живого, кроме производящих его бактерий. А с верхней границы сероводородного слоя (с глубины 9 м) батометр приносит воду розового цвета.

Наличие соленой воды в озере подразумевает его связь с морем. Озерецковский полагал, что морская вода заплескивается в озеро во время штормов и высоких приливов. Но оно расположено достаточно далеко от моря — волнам такое расстояние не преодолеть. Оказалось, что морская вода проникает в озеро под землей, на глубине 5—8 м, просачиваясь сквозь толщу рыхлых пород — песка и гальки. Приблизительно на этом уровне и находится в озере слой соленой и насыщенной кислородом воды. Там кишит неожидан-



Карта бухты Могильной о.Кильдин и ее окрестностей, 1594 г. [3]. Озеро Могильное изображено с тремя птицами.



Полночное солнце над о.Кильдин.

Фото М.Л.Федюка

но богатая морская жизнь: водоросли, черви, медузы и самый знаменитый обитатель оз.Могильного — кильдинская треска (*Gadus morhua kildinensis*), подвид атлантической трески, который больше нигде не встречается. Все обитатели озера выглядят необычно, не как их морские сородичи. Известный гидробиолог К.М.Дерюгин так

объяснял научную значимость оз.Могильного: «За долгие тысячелетия существования озера в нем установилось уникальное равновесие в балансе пресных и соленых вод, сложилось своеобразное сообщество... организмов,... эволюционировали новые эндемичные формы животных и растений.<...> До сего времени подобного примера гидробиологического и физико-химического равновесия в водоемах других стран не обнаружено. В современном состоянии оз.Могильное представляет настоящее “чудо природы”... и наше национальное научное сокровище» [4].

Попытаемся с современной точки зрения, не прибегая к возвышенным словам, обсудить явление морских озер — экзотической категории морских систем, к которой относится и оз.Могильное. Кстати, начать стоит с того, что никаких «красноватых глинистых осей» на о.Кильдин нет. Описание в лодии, очевидно, сделано осенью, скорее всего, с борта судна, идущего проливом, который отделяет Кильдин от материкового берега. Южный, подветренный, берег острова покрыт тундровой растительностью, которая осенью становится ярко-красной. Поэтому в погожий осенний день Кильдин как будто пылает на солнце, контрастируя с черными, безжизненными скалами материкового берега.



Камни Сундуки на восточной оконечности о.Кильдин.

Фото М.Л.Федюка

Стратификация и заражение

Из всех особенностей оз. Могильного самые обычные (причем сохраняющиеся круглогодично) — слоистость его вод (стратификация) по солености и другим физико-химическим показателям, неполное перемешивание вод (меромиксис) и сероводородное заражение придонного слоя. В старину люди думали, что морская вода, в отличие от пресной, не протухает, потому что она соленая, как бы консервированная. Однако существует много соленых водоемов, чьи воды отравлены сероводородом, например Балтийское море.

Рассмотрим, как возникает такое заражение и стратификация. В относительно глубокое Балтийское море впадают большие и малые реки, а с океаном оно связано узкими и мелководными проливами. Плотность пресной воды ниже, чем соленой, поэтому она растекается по поверхности — так формируется солевая стратификация. Ей могли бы препятствовать штормы (ветровое перемешивание), зимнее охлаждение поверхностных вод (осенне-зимняя конвекция), приводящее к увеличению их плотности и опусканию на глубину, и, наконец, обновление глубинных вод за счет энергичного притока морской воды. Однако для ветрового перемешивания Балтийское море излишне глубокое, для обильного притока свежих соленых вод — слишком слабо связано с океаном. А для осенне-зимней конвекции оно чересчур опреснено, так как плотность поверхностных вод при любой температуре остается ниже плотности глубинных, более соленых, — отсюда и меромиксис. Связанный со стратификацией градиент плотности воды ограничивает поступление атмосферного кислорода на глубину, где он расходуется на окисление органики. Ее избыток (как результат «естественной работы» экосистемы и антропогенного загрязнения) и дефицит кислорода — раздолье для анаэробных бактерий, которые утилизируют органику с выделением сероводорода. Так возникает заражение глубинных вод.

Среди бактерий, выделяющих сероводород, есть пурпурные — анаэробные фототрофы. Для их жизнедеятельности нужен солнечный свет. Если он достигает сероводородного слоя, там массово развиваются эти бактерии, окрашивая воду в розовый (а при высокой концентрации — в красно-бурый) цвет, как в мелководном озере Могильном. В глубоком же Балтийском море подобных условий нет.



Рейд Могильный в ненастный день. Виден скалистый мыс Три Сестры.

Фото автора

Морские озера

Что же все-таки так называют? Озеро — стабильно существующий во времени и пространстве замкнутый водоем, который больше, а главное глубже, чем пруд, но меньше и мельче моря. Морскими называют озера, которые сообщаются с морем (т.е. они — часть Мирового океана) и где обитают морские животные и растения. В очерченный круг не входят континентальные соленые озера, иногда имеющие морское происхождение; пресные (во времена Дерюгина их в первую очередь и назвали реликтовыми), в которых встречаются животные морского происхождения, — например оз. Байкал; наконец, различные морские лагуны и лиманы. Под данное выше определение попадают морские изоляты и анхиалиновые (околоморские) водоемы.

Морские изоляты — это водоемы, связанные с морем мелководными проливами и имеющие вертикальную стратификацию вод по температуре и солености [5]. К ним, формально, относятся и Балтийское море, и Черное, и многие малые водоемы, в первую очередь — расположенные на побережьях, которые подверглись последнему оледенению и теперь испытывают поднятие. В результате заливы и бухты с порогами на входе постепенно отчленяются от моря, превращаясь в озера.

Если морские изоляты, как правило, встречаются в полярных и приполярных областях, то для тропиков характерны анхиалиновые водоемы. Они сообщаются с морем не на поверхности, а под землей — через тоннели и трещины в карсте или за счет фильтрации воды через рыхлый грунт. Помимо озер и более мелких водоемов к анхиалиновым относят еще открывающиеся выше уровня воды морские пещеры и голубые дыры. (Гуляешь между пальмами тропического острова, видишь озерцо



Баренцевоморская губа Ивановская — лучший пример морских изолятов. Она состоит из нескольких вытянутых бассейнов-ковшей, которые перемежаются порогами, осушаемыми во время отлива. Самый удаленный от устья губы ковш (слева) по стратификации вод идентичен оз.Могильному. Есть в нем и треска.

Фото А.В.Полоскина

или лагуну, ныряешь, а там — бездна, провал в земле, уходящий иногда на сотни метров вглубь, но рано или поздно открывающийся в океан.)

Тропические анхиалиновые озера, будучи туристически привлекательными, в последние десятилетия активно изучаются и рекламируются. А о существовании любых других морских озер часто забывают. Так, на самой подробной карте в «Энциклопедии островов» не показано ни одного морского озера в полярных и приполярных широтах [6]. Однако они существуют! Могильное — единственное известное на Земле полярное анхиалиновое озеро, а морских изолятов довольно много как в Антарктике, так и в Арктике.

«Тресковые» озера

4 июня 1957 г. из пос.Икалуит (о.Баффинова Земля, Канадский Арктический архипелаг) на двух собаках упряжках выехали Я.Макларен (J.McLaren) с женой. Через двое суток они достигли нужного участка побережья залива Фробишер, где под слоем снега и льда угадывались сложные контуры оз.Огак (от эскимосского «треска»), состоящего из трех бассейнов-ковшей. В 1951 г. Макларен уже был здесь. Девятнадцатилетним студентом в составе научной экспедиции он провел в районе оз.Огак один день. Этого хватило, чтобы подтвердить наличие в озере реликтовой популяции атлантической трески. Данный вид в суровых водах залива Фробишер не встречается, а значит, найденный в озере — это реликт прошлых эпох, когда климат в Арктике был теплее. Теперь Макларен вернулся, чтобы продолжить исследование. Гидробиологи поставили свою палатку в заснеженной пустыне и принялись за изнурительную работу. За четыре месяца они подробно описали арктическое морское озеро [7].

Верхний слой воды был пресным. На глубинах 3—10 м соленость возрастала до 25 г/л и дальше не менялась. С 25—30 м до максимальной отметки в 60 м вода была отравлена сероводородом. Удивительно, но озеро было гораздо теплее, чем море и соседний пресноводный водоем. На глубине 25 м температура достигала 7.5°C. И это подо льдом, в районе, где -10°C — среднегодовая температура воздуха! Макларен предположил, что во время полярного дня солнечные лучи, свободно проходя сквозь поверхностный слой хрустально чистой пресной воды, отдают тепло мутному слою смешанных пресных и соленых вод, а также разогревают дно обширных мелководий. Плотностная же стратификация препятствует вертикальной конвекции, способствуя накоплению тепла на глубине. Вот почему воды морского слоя озера круглый год теплые и в них с прошлых эпох сохранилась теплолюбивая треска. Также в них кишит качественно бедный (всего несколько видов), но количественно богатый планктон — характерное явление для всех морских озер, не только арктических.

Поначалу было неясно, как происходит водообмен между озером и морем, разделенными перемычкой, которая казалась непреодолимой для волн. К июлю лед растаял, а на море наступило время приливов, становившихся с каждым днем все выше. Наконец вода поднялась на головокружательную высоту 8 м, перелилась через перемычку и хлынула в озеро. Приток в него соленой воды, таким образом, происходит всего несколько раз в году, в короткий безледный период. Как показывает опыт изучения морских изолятов в Норвегии, не будь этой подпитки, морское озеро за несколько веков деградировало бы, причем сначала исчез бы промежуточный «жилой» слой соленой аэрированной воды [5].

Треска в озере была длиной до 1.5 м, а весом более 30 кг — такая даже в море редко встречается

ся. Если в желудках молодых рыб находили беспозвоночных, то у крупных экземпляров — в основном собратьев меньшего размера. Крупные, взрослые рыбы в озере были канныбалами. Обескураженные исследователи, выпуская с борта каноэ только что пойманных рыб с особыми плавниковыми метками для оценки численности популяции, видели, как сородичи экспериментальных особей тут же набрасывались на них и убивали. В результате численность трески в озере удалось определить только приблизительно: около 10 тыс. шт. крупнее 30 см, что для арктического водоема площадью 148 га совсем не мало.

Что делает в морских озерах эта крупная океаническая рыба, для которой характерны огромная численность и масштабные миграции? Наверняка этого никто не знает. Похоже, треска неплохо себя чувствует в морских изолятах, причем не только естественных (факт, заслуживающий внимания рыбоводов). Огак и Могильное — не единственные «тресковые» озера. В 2003 г. участники экспедиции, организованной учеником Макларена — Д.Харди, описали еще два морских озера (изолята) на побережье залива Фробишер, в которых водится этот вид, — Квазигиалиминик (от эскимосского «здесь были тюлени») и Тариуярусик («солонатовое»). Есть предварительные данные о подобных озерах в Норвегии, Гренландии и на Новой Земле [8].

Медузовые озера

Палау — архипелаг в Микронезии, состоящий из нескольких сотен островов. Его морские озера облюбовали золотые медузы рода *Mastigias*. Например, одно из них, известное как озеро Медуз, буквально кишит ими. Его площадь — 5 га, а максимальная зафиксированная численность его основных обитателей — 30 млн особей размером в среднем с кулак. Изо дня в день можно наблюдать удивительное зрелище их суточных перемещений [9].

В преддверие часы медузы обнаруживаются у самой поверхности воды ближе к западному берегу озера. Пульсируя, они совершают хаотичные движения. Ровно в шесть часов, когда небо начинает светлеть, поведение медуз резко меняется. Все полчище устремляется навстречу восходящему солнцу. Плывая изо всех сил, за час с небольшим они пересекают озеро (400 м) и оказываются у его восточного берега. Когда тени, которую отбрасывают нависающие над водой мангры, достигают последние особи, они резко тормозят, как будто упершись в стену. Всю первую половину дня, сгрудившись, медузы проводят у границы тени, становящейся все короче. Когда же солнце начинает заходить, они, как привязанные, следуют за ним, пока не вернуться



Д.Харди с треской из оз.Огак.

Фото Д.Харди



Скопление золотых медуз рода *Mastigias* в оз.Медуз у затененного берега.

Фото Л.Белла

обратно к западному берегу, где будут толочься у границы тени, не пересекая ее. И только после заката они перейдут к более естественному для планктонных животных поведению — вертикальным миграциям. Но к шести часам утра следующего дня медузы будут снова у поверхности, с видимым возбуждением ожидая восхода светила. Почему они так поступают?

Поведение золотых медуз объясняют двумя взаимодополняющими гипотезами. Первая, очевидная: все дело в солнце. Эти животные, подобно кораллам, живут за счет одноклеточных симбионтов — водорослей зооксантелл, окрашивающих их ткани в золотистый цвет. Фотосинтезирующим водорослям нужен свет — отсюда стремление медуз удерживаться на освещенных местах. Но настоящие солнцепоклонники восход встречали бы у западного берега, как более освещенного, а закат — у восточного. Медузы же поступают ровно наоборот. Согласно второй гипотезе, медузы, боясь отбрасываемых манграми теней, избегают близкого контакта с берегом. Там, на склизких стволах и корнях мангров, гнездятся злейшие враги золотых медуз — эндемики озер Палау морские анемоны *Entacmaea medusivora*. Видовое название этих актиний — «пожиратели медуз» — говорит само за себя. Поэтому сложное поведение представителей рода *Mastigias* — компромисс между необходимостью быть на свету и одновременно избегать шу-



Морские анемоны *Entacmaea medusivora* и их добыча.

Фото М.Давсона

Таблица

Физические и биологические особенности наиболее изученных морских озер Мирового океана

Свойство озера	Арктика			Антарктика	Средиземноморье			Тропики		
	1	2*	3*	4*	5	6	7	8*	9*	10*
Подземная связь с морем	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Стратификация	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Меромиксис	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
Розовая вода	+	?	?	-	-	-	+	+	-	+
Низкое биоразнообразие	+	+	+	?	?	+	+	+	?	+
Количественно богатый зоопланктон	+	?	+	+	-	?	+	+	+	+
Атлантическая треска	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Сцифоидные медузы	+	?	-	-	+	-	-	+	+	+
Морские анемоны	+	?	?	-	-	+	-	+	+	+
Губки рода <i>Suberites</i>	+	?	?	-	?	-	-	+	+	+
Эндемичные и/или реликтовые формы	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+

Примечания:

1 — оз.Могильное, Россия; 2 — оз.Россфиорд, Норвегия; 3 — оз.Огак, Канада; 4 — оз.Бертон, Антарктика; 5 — Большое озеро, Хорватия; 6 — оз.Вульгамени, Греция; 7 — оз.Змаево око, Хорватия; 8 — оз.Ханг Ду I, Вьетнам; 9 — оз.Какабан, Индонезия; 10 — оз.Медуз, Палау. Знак + или - означает наличие или отсутствие признака, ? — данные отсутствуют или противоречивы.

* Системы подобных друг другу озер.

палец врагов. Интересно, что в различных озерах Палау, в зависимости от топографии, освещенности и наличия пожирателей, медузы ведут себя по-разному.

Медузы, анемоны, губки рода *Suberites*, по паре видов ракушек, рыб, иглокожих и крокодилы — вот вся макрофауна морских озер Палау. Эти водоемы анхиалиновые, сообщаются друг с другом и/или с океаном через подземные трещины и каналы в толще кораллового известняка, слагающего архипелаг. Все они стратифицированы, многие заражены сероводородом, в некоторых есть слой розовой воды. Подобные анхиалиновые морские озера найдены во Вьетнаме, на индонезийских островах Калимантан и Папуа и даже в Средиземно-

морье. Удивительно, что эти удаленные друг от друга водоемы похожи не только физическими особенностями (стратификацией, меромиксисом), но и биотой (табл.).

Я не был на озерах Палау, но видел гальку, подернутую корочкой губок, поляны морских анемонов, парящие в прозрачном свете стаи медуз... Даже наблюдал смерть несчастных в щупальцах их врагов. Потому что под водой озеро Могильное, которое я изучал, выглядит так, будто находится не в заполярной тундре, а между пальмами и манграми островов Палау. Только вместо золотых медуз рода *Mastigias* в оз.Могильном обитает арктическая цианея (*Cyanea arctica*), а вместо актиний *E.medusivora* — их родственники *Metridium*



Актинии *Metridium senile* и медузы *Cyanea arctica* из оз.Могильного.

Фото М.Л.Федюка

senile. Губки озера на о.Кильдин относятся к тому же роду *Suberites*, что и тропические жильцы.

Затерянные миры

Помимо стратификации вод и общих представителей фауны (губок, актиний и медуз в анхиалиновых озерах и трески — в арктических) разные морские озера роднит их «причудливость»: расположение в чрезвычайно живописных местах, похожие истории о древнем происхождении, уникальном водном балансе, эндемичных животных и растениях, развивавшихся в специфических условиях обитания и в длительной биологической изоляции. Все это можно назвать гипотезой о морском озере как затерянном мире. Разные исследователи независимо друг от друга предполагают, что морское озеро — древняя изолированная стабильная система, эволюционирующая по своим собственным законам. Первым это сказал Дерюгин об оз.Могильном. Не умаляя ценности этой гипотезы, отмечу, что «древность», «изолированность» и «стабильность» — понятия относительные. По результатам исследований, в которых я участвовал, возраст оз.Могильного невелик — от

силы 2000 лет [10, 11]. Оно не абсолютно изолированное, в него проникают организмы из моря (однако неизвестно, приживаются ли). Наконец, за 100 с лишним лет научных наблюдений стратификация вод озера по неясным причинам менялась. Так, толщина «жилого» (соленого и аэрированного) слоя воды во времена Дерюгина (в начале XX в.) составляла 7 м, в 1960-х годах — 4 м, а в 2000-х — 6 м. Вероятно, и другие морские озера тоже не такие древние, стабильные и изолированные, как кажется их исследователям. В любом случае, ни одно морское озеро не может быть старше 8—10 тыс. лет, потому что тогда уровень воды в океане был не таким, как сегодня.

Традиционно интерес к морским озерам был связан с их «экзотичностью». Но этим их значимость не ограничивается. Морские озера — это острова, участки одной среды обитания, со всех сторон окруженные другой средой. Острова океана. Эти на первый взгляд ни на что не похожие водоемы — крошечные реплики больших морских систем. А значит, морские озера — перспективные естественные модели для изучения процессов, происходящих в морях и океанах, которые сами по себе, в силу своих огромных размеров, трудно постижимы. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07-04-01734-а) и Санкт-Петербургского государственного университета (проект 1.38.253.2014).

Литература

1. *Озерецковский Н.Я.* Описание Колы и Астрахани. СПб., 1804.
2. *Морозов Н.В.* Лоция Мурманского берега Северного Ледовитого океана от островов Вардэ до Белого моря. СПб., 1901.
3. *Linschoten J.H.* Voyage, ofte schip-vaert van Ian Hvyghen van Linschoten van by Noorden om langes Noorwegen de Noortcaep, Laplant, Vinlant, Ruslandt, de Witte Zee, de Custen van Candenoës, Svvetenoës, Pitzora, etc. door de Strate ofte Engte van Nassau tot voorby de revier Oby. Franeker, 1601.
4. *Дерюгин К.М.* Реликтовое озеро Могильное. Л., 1925.
5. *Strøm K.M.* Land-locked waters: hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions. Oslo, 1936.
6. *Dawson M.N., Martin L.E., Bell L.J. et al.* Marine lakes // Encyclopedia of Islands. Berkeley, 2009.
7. *McLaren I.A.* Population and production ecology of zooplankton in Ogac Lake, a landlocked fiord on Baffin Island // J. Fish. Res. Board Can. 1969. V.26. P.1485—1559. doi:10.1139/f69-139
8. *Харди Д.С., Рено К.Б., Пономаренко В.П. и др.* Изоляция популяций атлантической трески *Gadus morhua* (Gadiformes) в северных меромиктических озерах — повторяющийся в Арктике феномен // Вопр. ихтиологии. 2008. Т.48. С.179—190.
9. *Dawson M.N., Hamner W.M.* Geographic variation and behavioral evolution in marine plankton: the case of *Mastigias* (Scyphozoa, Rhizostomeae) // Marine Biology. 2003. V.143. P.1161—1174. doi:10.1007/s00227-003-1155-z
10. *Strelkov P., Shunatova N., Fokin M. et al.* Marine lake Mogilnoe (Kildin island, the Barents sea): one hundred years of solitude // Polar Biol. 2014. V.37. P.297—310. doi:10.1007/s00300-013-1431-4
11. *Митяев М.В., Корсун С.А., Стрелков П.П. и др.* Древние береговые линии Восточного Кильдина // Доклады АН. 2008. Т.423. С.546—550.

Птицы древнего Херсонеса на мозаиках и фресках византийского времени

А.Н.Цвелых

О животных, населявших в давно прошедшие времена какую-либо местность, обычно судят по добытым при раскопках костным останкам. Кое-какую информацию, особенно о хорошо известных видах животных, можно получить из древних рукописных источников и, конечно же, старинных изображений. Но бывало и наоборот, когда, анализируя их, ученые сначала узнавали о каком-то дотоле неизвестном виде животных и только потом убеждались в его существовании. Один из таких впечатляющих случаев — история с крупной дальневосточной уткой, хохлатой пеганкой (*Tadorna cristata*). Ее изображения встречались в старинных китайских книгах и на гобеленах, однако существование этого вида фактически подтвердилось только в 1917 г., когда он был впервые описан японским ученым по двум случайно добытым экземплярам. С тех пор в руки ученых хохлатые пеганки больше не попадали, хотя сообщения о встречах этих птиц в Дальневосточном регионе иногда поступали. Сейчас этот вид, внесенный в Красные книги России и Международного союза охраны природы (МСОП), возможно, уже исчез. Если бы не три чучела хохлатых пеганок, хранящиеся в музеях мира, о существовании этого вида можно было бы только догадываться.



Александр Николаевич Цвелых, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института зоологии НАН Украины (Киев). Область научных интересов — орнитология (фаунистика, экология, миграции, акустическая коммуникация и систематика птиц) и палеорнитология.

Мозаичные изображения горных куропаток — кекликов (*Alectoris kakelik*), обнаруженные в древнем Херсонесе, позволили подтвердить противоречивые литературные указания об их обитании в Крыму*. Это подтолкнуло меня к мысли, что новые знания об орнитофауне Херсонеса можно получить, попытавшись выяснить видовую принадлежность остальных птиц, изображенных на мозаиках и фресках древнего города. В качестве рабочей была принята гипотеза, что древние мастера, придерживаясь существующих канонных, все же изображали хорошо им знакомых, преимущественно местных, птиц.

Сначала немного истории. В 1889 г. при раскопках древнего Херсонеса Таврического в Севастополе под руководством К.К.Косцюшко-Валюжинича был открыт христианский архитектурный комплекс византийского времени. Взору археологов предстали удивительные напольные мозаики с реалистичными изображениями различных птиц. Комплекс состоял из двух базилик — одна построена на фундаменте другой, более древней; впоследствии он получил название «Базилика в базилике».

Комплекс погиб от пожара еще в Средневековье и уже тогда был заброшен, благодаря чему сохранилась часть мозаичных полов более древней базилики и пристроенного к ней специального помещения для совершения обряда крещения — баптистерия.

По оценкам специалистов, мозаики созданы в VI в., когда Херсонес пребывал под властью Византийской империи [1]. Сейчас лишь

* Подробнее см.: Цвелых А.Н. Ускользящая птица: история кеклика в Крыму // Природа. 2012. №3. С.75—80.



Средневековый храм «Базилика в базилике» на территории национального заповедника «Херсонес Таврический».

немногие из них доступны для осмотра посетителям музея национального заповедника «Херсонес Таврический» (Севастополь), остальные находятся на реставрации уже несколько десятилетий. О первоначальном виде значительной части мозаичных изображений, найденных в Херсонесе, теперь можно узнать только из книг. Хотя часть из них мне удалось увидеть в подлиннике, все же это исследование стало возможным благодаря выходу



Сохранившаяся часть мозаичного пола «Базилики в базилике» с изображениями павлина и других птиц.

в свет обобщающей, хорошо иллюстрированной монографии выдающегося крымского археолога и реставратора О.И.Домбровского [1].

Мозаики «Базилики в базилике»

Начну с птицы, определение которой не требует никаких усилий, хотя от ее изображения сохранились только роскошный хвост да контуры головы и ног. Это павлин. Прежде чем попасть в Европу, павлины, первоначально прирученные в Индии, уже сотни лет содержались как домашние животные в центрах древних цивилизаций — Месопотамии, а также Египта и Малой Азии. Со времен походов Александра Македонского павлины были завезены в Европу,

и ко времени создания мозаики уже почти тысячу лет были широко распространены в античном мире. В Античности эта птица, посвященная супруге бога Зевса — богине Гере, служила символом бессмертия, поскольку древние считали, что тело павлина после смерти остается нетленным. Христиане, заимствовав эту идею и видя в павлине символ вечной жизни, часто изображали его на мозаиках своих храмов, а также в росписи склепов [2]. Мы еще не раз встретимся с изображениями этой птицы, а пока рассмотрим два других изображения птиц, которых авторы, описывавшие мозаики, неуверенно именовали куропатками [3].

Пару скромно окрашенных птиц, симметрично размещенных у ног павлина, логично было бы считать самками павлина — павами. Это оправданно композиционно: пока павлин токует, демонстрируя свое роскошное оперение, павы обычно склеивают что-то у его ног. Однако странная, далекая от павлиньей, форма тела этих толстых кургузых птиц, да и отсутствие венца на голове, обязательного для павлина любого пола, свидетельствуют, что здесь изображены не павы. Судя по форме тела и треугольному гребню на голове (у второй птицы он почти незаметен — похоже утерян при реставрации), ясно, что это цесарки. Возможно, автор не изобразил пав просто потому, что их в птичнике не было, а вот цесарки были. Так или иначе, эти изображения представляют чрезвычайный интерес.

Считается, что цесарки, издавна одомашненные в Северной Африке, были распространены в Европе в античное время. После распада Римской империи еще долго (все раннее Средневековье) об этих птицах в Европе ничего не было из-



Изображения цесарок разных пород — с желтой окраской оперения (фрагмент византийской мозаики VI в. древнего Херсонеса) и с жемчужной (римская мозаика III в. из коллекции ГМИИ имени А.С.Пушкина).

вестно. Они перестали упоминаться в письменных источниках, и было решено, что с того времени и вплоть до XVI в. цесарок в Европе не разводили [4]. Однако присутствие их изображений на полу херсонесской базилики VI в. свидетельствует о том, что в раннем Средневековье цесарки в Европе еще сохранились.

Странно только, что оперение павлина изображено очень красочно, а цесарок — уж очень скромно, без характерного для них жемчужного рисунка (мелких светлых пятен на общем сером фоне). Так, например, окрашена цесарка на мозаике времен Римской империи из коллекции Государственного музея изобразительных искусств имени А.С.Пушкина в Москве. А у нашей пары — ни пятнышка. Да и сами птицы отнюдь не серого, а желтого цвета. Что это — странный каприз мастера или все же рисунок с натуры? Ответ можно поискать, рассмотрев существующие породы цесарок. Их немного, и большинство из них мало отличаются от исходной дикой формы. Однако есть породы, лишенные жемчужного рисунка — с однородно белой или желтой окраской оперения. Именно такие цесарки изображены на полу базилики. Похоже, что перед нами изображение древнейшей породы этих птиц. Приходится признать, что по крайней мере к нача-

лу Средних веков уже существовали породы цесарок — одну из них мы видим на мозаиках Херсонеса. Учитывая полное исчезновение цесарок из культуры в Европе в дальнейшем, маловероятно, чтобы эта порода дожила до нашего времени — по видимому, современная порода желтых цесарок была выведена заново.

По углам композиции с павлином и цесарками были помещены изображения голубей. Но это не простые домашние голуби, которых наверняка содержали в херсонесских голубятнях и чьи дикие сородичи — сизые голуби — и в настоящее время изредка гнездятся на приморских скалах Крыма. Это вяхири (*Columba palumbus*) — они и сейчас встречаются в Крыму, гнездясь в лесах, перелесках и садах. От обыкновенных голубей эти птицы отличаются массивностью тела и удлиненным, выступающим за концы сложенных крыльев, широким хвостом. Эти особенности сложения явно отображены художником. Однако здесь важнее другое — у вяхирей по бокам шеи есть яркие белые пятна, издали часто воспринимаемые как ошейник (на некоторых языках, например немецком, эта птица так и называется: ошейниковый голубь). Автор мозаики выделил эту особенность, выложив тремя крупными камешками на



Вяхирь (wildaboutbritain.co.uk) и его мозаичные изображения VI в.

тонкой голубиной шее белый ошейник и подчеркнут его ободками из мелких черных камешков. У второго голубя изображен только нижний черный ободок на шее. Не исключено, что и у этой птицы исходно мог быть белый ошейник, не воспроизведенный при реставрации*. С другой стороны, у молодых вяхирей ошейник вовсе отсутствует, белые пятна на шее появляются только после первой линьки — через несколько месяцев самостоятельной жизни. Может быть, автор, несомненно наблюдавший вяхирей в природе, принимал таких птиц за самок и попытался изобразить голубиную пару?

Следующее изображение на первый взгляд напоминает какого-то странного длинноногого гуся с красными ногами. Однако на них нет перепонки, да и силуэт, светло-коричневый цвет оперения (серым брюхо птицы стало из-за утраты мозаики), другие мелкие, но реалистические детали подсказывают, что это дрофа (*Otis tarda*). Правда, у дрофы лапы не красные, а серые, но в дальнейшем мы увидим, что художник позволял себе приукрашивать птиц. Присутствие в христианском храме изображения этой степной, обитающей вдалеке от городов, чрезвычайно осторожной птицы может показаться странным, но, как выяснилось, жителям Херсонеса дрофа была хорошо известна. Анализ костных останков птиц, найденных при раскопках в Херсонесе, охватывающий разные периоды существования города, всегда давал неизменный результат: наряду с многочисленными останками домашних кур и различных диких, преимущественно водоплавающих птиц обязательно присутствовали обгрызенные кости дрофы. Сущест-

венная их доля обнаружена при раскопках Херсонеса периода со II в. до н.э. по II—III вв. [5]. Согласно другому, более обширному исследованию, охватившему почти полутора тысячелетнее существование города (с III в. до н.э. по XIII в.), дрофы по количеству костных останков уступали лишь домашним курам [6]. И мои результаты (еще неопубликованные) оказались близкими: среди диких птиц (домашние, естественно, вне конкуренции), многочисленные кости которых накапливались в грунте припортовой части города в течение V в., дрофа заняла почетное третье место вслед за морскими птицами — бакланами и буревестниками. Да и то повышенное присутствие костей морских птиц объясняется скорее всего близостью исследованного захоронения к портовым причалам. Здесь рыбаки могли выбирать из сетей погибших буревестников и бакланов, запутавшихся там при охоте за рыбой.

Каким образом на стол жителей Херсонеса попадали дрофы в столь больших количествах? Дело в том, что эти обитатели северных степных районов Крыма всегда перемещались на юг полуострова в зимнее время при резких похолоданиях и сильных снегопадах. Птицы появлялись внезапно и нередко образовывали многочисленные скопления (ведь лететь дальше на юг они не могли: путь преграждало Черное море). Часто дрофы прибывали на южное побережье уже ослабленными (порой они массово гибли от истощения), поэтому их легко было добывать. Такое в Крыму случалось нередко, что многократно описано в литературе [7, 8]**. Понятно, что стаи дрофы (а это очень крупные, размером с индюка, птицы), внезапно

* При обсуждении деталей херсонесских мозаик нужно иметь в виду, что многие из них реставрировались подбором ранее выпавших элементов. Всегда есть вероятность столкнуться не с исходным аутентичным изображением, а с вынужденной «фантазией» реставраторов.

** Курьезно, но это явление было хорошо знакомо жителям крымского южного побережья за тысячи лет до появления Херсонеса — сотни костей дрофы были найдены в «кухонных отбросах» древнего человека эпохи мезолита при раскопках в районе бухты Ласпи (в 25 км к юго-востоку от Херсонеса) [9].



Дрофа (фото В.И.Булавинцева) и ее мозаичное изображение VI в.



Кеклик (фото Е.Ю.Рудневой) и его мозаичное изображение VI в. (фото автора).

наводнявших окрестности Херсонеса, для зимовавших за стенами города жителей, вряд ли избалованных частым употреблением мяса, воспринимались как манна небесная. (К слову, уместнее было бы сравнить дроф с перепелами, посланными, как описано в Библии, блуждающим по пустыне людям в качестве мясного дополнения к пресной, явно невкусной, манне.) Неудивительно, что эта птица была увековечена в мозаике именно (а возможно, и только) в Херсонесе.

Реалистические изображения горной куропатки, или кеклика, в Херсонесе, напомним, подтвердили известные сведения об обитании этих птиц в Крыму. Добавлю лишь, что на примере этих изображений можно увидеть огрехи не древних художников, а реставраторов, иногда допускавших ошибки при заполнении участков с выпавшей мозаикой. Например, на одном из наиболее хорошо сохранившихся изображений видно, что средний палец на поднятой ноге шагающей птицы укорочен

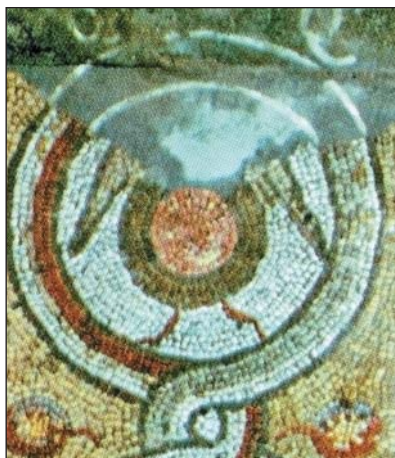
— там явно недостает еще одного красного камешка. А вот одиночный красный камешек, вставленный между пальцами второй ноги — явно не на месте. Далее, подхвостье птицы заполнено белыми камешками, а оно должно быть того же цвета, что и брюхо, — охристым. И наконец, для кеклика чрезвычайно характерна черная полоса, окаймляющая горло. На части изображений эта особенность отражена, здесь же этой полосы нет. Зато над глазом есть что-то наподобие длинной черной брови, отсутствующей у живых птиц. Мне кажется, что при очередной реставрации черные камешки «брови» следует переставить, восстановив черное окаймление горла.

Еще одно мозаичное изображение птицы выглядит не очень выразительно, однако в нем безошибочно можно угадать какую-то утку. Если абстрагироваться от художественных достоинств этого изображения и ортодоксально следовать воспроизведенным автором особенностям окрас-



Белоглазый нырок (dic.academic.ru) и его мозаичное изображение VI в.

ки утки, то можно определить, к какому виду она принадлежит. Учитывая общую каштаново-бурю окраску оперения птицы и белую — брюшной части тела, а также выполненный белым камешком глаз, не остается сомнений, что здесь изображен самец нырка белоглазого (*Aythya nyroca*). Эта маленькая уточка совсем недавно была обычным видом камышовых зарослей водоемов северного Причерноморья. В настоящее время это редкий, во многих местах исчезнувший вид, занесенный в «Красную книгу МСОП». Однако даже сейчас, когда численность белоглазых нырков значительно упала, их изредка можно встретить непосредственно в акватории Севастопольской бухты в период сезонных миграций или на зимовке. Случается, что зимой утки и другие водоплавающие птицы слабеют от бескормицы, и тогда их легко поймать. Жители Херсонеса могли брать ослабевших птиц в птичники и содержать их вместе с домашними и декоративными птицами. Таким образом, автор мозаики мог познакомиться с моделью, не покидая городских стен.



Мозаичное изображение жертвенного голубя [1].

В изображении еще одной птицы легко угадать цаплю, правда, с несколько укороченным клювом, что вполне могло быть ошибкой реставратора, случайно заменившего черный камешек белым. Судя по окраске в целом и тонкой черной продольной полоске на белой шее птицы, художник изобразил серую цаплю (*Ardea cinerea*). Красные ноги и оторочки на теле сделаны явно для красоты. У серой цапли есть черный плоский хохолок, который она топорщит только при сильном беспокойстве — автор мозаики изобразил его в несколько гротескном виде (впрочем, адекватно отобразить его средствами мозаики нелегко). Похоже, автор имел возможность наблюдать за цаплями вблизи — может, она тоже была пленницей в птичнике. Вообще-то серая цапля совсем не редкий вид: в период сезонных миграций, летом и даже зимой ее можно увидеть в Севастопольской бухте.

От изображения странной распластанной птицы, брюшная часть которой закрыта большим круглым медальоном, сохранились только однотонно серые снизу острые крылья (темная исчер-



Серая цапля (londonbirders.wikia.com) и ее изображение на мозаике VI в.

ченность на одном из них — иллюзия, следы выпавшей мозаики, как на брюхе дрофы) да тонкие красноватые ножки. Если бы сохранилась голова, то определить эту загадочную птицу наверняка было бы проще. Однако, зная фауну северного Причерноморья, я попытался идентифицировать и эту птицу, просто перебрав все подходящие виды.

Результат оказался несколько неожиданным: форма крыльев, окраска их нижней поверхности, строение и цвет ножек свидетельствовали в пользу того, что здесь изображен обыкновенный голубь. Но почему он в такой странной позе и почему его живот чем-то прикрыт? Голубь — часто упоминаемая в Библии жертвенная птица. Птице сворачивали голову, ломали крылья, извлекали внутренности и клали ее на жертвенник для сожжения. Похоже, в мозаике воспроизведен именно такой голубь, лежащий на жертвеннике круглой формы (или же неэстетичную брюшную часть выпотрошенной птицы прикрывает какой-то круглый предмет).

В других храмах Херсонеса

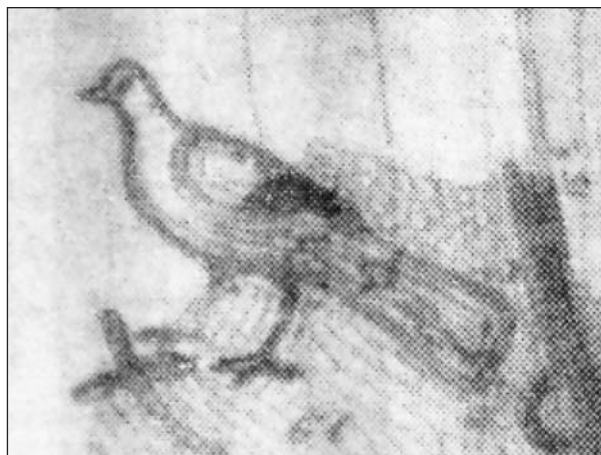
Но это еще не все мозаичные изображения птиц, найденные в Херсонесе. В 1906 г. в западной части городища все тот же Косцюшко-Валюжинич раскопал остатки здания, впоследствии названного Четырехапсидным храмом. По оценкам специалистов, храм построен в VI—VII вв. [2]. Внутри здания найден фрагмент роскошного мозаичного пола с изображениями птиц. По описанию Р.Х.Лепера, над изображением традиционного павлина со сложным хвостом среди растительного орнамента, в завитках лозы, были изображены «голубь и другая птица без хвоста», ниже просматривались остатки изображения некоего «орла с распущенными крыльями» [3]. К сожалению, мозаики Четырехапсидного храма, в отличие от полов «Базилики в базилике», до наших дней не сохранились. Обстоятельства гибели, думаю, не удивят отечественного читателя. После Второй мировой войны участок с мозаиками оказался в расположении воинской части. При благоустройстве территории на этом месте было приказано выполоть сорняки — вместе с ними была выдернута и оплетенная корнями мозаика [1]. И все же иногда «рукописи не горят»: сохранились полевые зарисовки, сделанные в 1906 г. во время раскопок их участником М.И.Скубетовым. На этих простых черно-белых рисунках указаны и цвета мозаичных камешков, которыми набраны изображения. Как ни странно,



Коростель (фото О.Першина) и зарисовка 1906 г. несохранившейся до настоящего времени мозаики VI—VII вв. с изображением этой птицы [1].

этих зарисовок оказалось достаточно для того, чтобы попытаться определить видовую принадлежность птиц с безвозвратно погибших мозаик. Начнем с загадочной «птицы без хвоста» (изображение павлина мы обсуждать не будем). Уже по необычному, но очень характерному силуэту этой птицы с несколько удлинненными ногами, вытянутым телом и заостренным клювом легко догадаться, что она из семейства пастушковых. Согласно расшифрованным подписям к рисункам, у мозаичного изображения этой птицы было желтое туловище, синяя шейка и красноватое крыло [1]. Ясно, что мастера явно предпочитали использовать намного более яркие, чем у реальных птиц, краски. Не исключено, что цвета могли и просто измениться со временем, например светло-коричневый цвет мог стать желтым. Из европейских пастушковых птиц упомянутое распределение цветов подходит только одному виду — коростелю (*Crex crex*). У этой птицы с коричневатой окраской тела и аспидно-серыми (такой цвет часто называют голубым) шей и зобом на каждом крыле есть широкая ярко-рыжая полоса.

Встреча изображения коростеля на мозаичном полу херсонесского храма, на первый взгляд, довольно неожиданна. Эти чрезвычайно скрытные птицы (их трудно не то что разглядеть, но и вообще увидеть) предпочитают влажные травянистые биотопы: сырые луга, влажные поля, заросшие травой окраины болот — такие места в Крыму очень редки, а вблизи Херсонеса и вовсе отсутствуют. Предполагаю все же, что жителям Херсонеса эта птица была хорошо знакома. Начнем издалека. Каждую осень южные приморские районы Крыма наводняют массы пролетных перепелов. Здесь они скапливаются на сухих безводных травянистых участках. В этот период на перепелов интенсивно охотились в прошлом и охотятся сейчас. Наверное, еще в древности люди заметили, что вместе с перепелами в тех же местах встречаются и коро-



Горлица (фото J.A.Thompson) и зарисовка 1906 г. несохранившейся до настоящего времени мозаики VI—VII вв. с изображением этой птицы [1].

стели, правда, всегда в несравнимо меньшем количестве — обычно на десяток-другой вспугнутых из травы перепелов приходится по одному коростелю. В одну из ясных ночей и те, и другие все разом внезапно исчезают — улетают через море на юг (потом они вновь накапливаются на побережье — за счет подлета новых птиц с севера, и опять одновременно исчезают при наступлении благоприятных погодных условий). Встречи одиночных коростелей среди массы перепелов и их синхронный отлет, очевидно, породили предание: коростели как бы командуют перелетом перепелиных стай. С языка крымских татар название этой птицы переводится как «перепелиный поводырь». Точно так же называют коростеля и с другой стороны Черного моря — в Турции (курьезно, но одно из немецких названий этой птицы переводится сходно: «перепелиный князь»). Нередко подраненных перепелов и коростелей забирают домой и содержат в птичниках. Так могли поступать и жители Херсонеса. Как видим, у нашего средневекового художника была потенциальная возможность изобразить коростеля с натуры*.

Рассмотрим теперь изображение голубя. Телосложением птица напоминает вяхиря из «Базилики в базилике», однако ее окраска совершенно иная. Согласно расшифрованным подписям, у птицы было золотисто-желтое туловище, красновато-коричневое крыло и голубоватого отлива хвост [1]. Такое пестрое распределение цветов в общем соответствует окраске только одного вида европейских голубей — горлице обыкновенной (*Streptopelia turtur*). Художник, как и в случае с коростелем, и здесь все явно приукрасил: у горлицы хвост сверху действительно голубоватого отлива и крылья рыжевато-бу-

рые, но туловище не золотисто-желтое — в его окраске есть рыжевато-коричневые и розовато-серые цвета. Обыкновенные горлицы и сейчас встречаются в регионе. В окрестностях Херсонеса этих птиц могли наблюдать только в теплый период — они поздно прилетают весной и рано улетают осенью.

Последнее, очень неполное, изображение птицы на мозаичном полу Четырехапсидного храма, дошедшее до нас только как полевая зарисовка, также поддается расшифровке. Это изображение «орла с распущенными крыльями». Конечно же, это не орел — очертания головы и клюва свидетельствуют, что перед нами изображение голубя. Похоже, что птица лежит с распластанными крыльями и повернутой набок головой. Композиционно этот фрагмент удачно дополняет утраченную часть изображения жертвенного голубя из «Базилики в базилике», у которого как раз не доставало повернутой набок головы. Если принять, что обе мозаики воспроизводили один и тот же стандартный сюжет, и мысленно наложить один фрагмент на другой, можно представить, как выглядело полное изображение «жертвенного голубя».

Анализ мозаичных изображений птиц обеих базилик наталкивает на мысль, что их видовой состав, за исключением, пожалуй, павлинов и до-



Прорисовка контура жертвенного голубя [1]. Так могла выглядеть верхняя часть птицы на мозаике из «Базилики в базилике» (см. с.26).

* Непосредственное знакомство жителей Херсонеса с этой птицей подтверждается и моей находкой кости коростеля среди костных останков птиц, которые накапливались в припортовой части города в V в.



Стилизованные изображения дрофы и жертвенного голубя на мозаиках XI в., повторяющие сюжеты мозаик начала раннего Средневековья.

машнего голубя, не был жестко определен. По-видимому, перед византийскими художниками стояла задача изобразить разных птиц «приятной наружности», и они изображали то, что было под рукой. Так, вместо пав у ног павлина из «Базилики в базилике» появились цесарки. Никаким сакральным значением, ничем, кроме того что птица просто находилась под рукой (например, содержалась в птичнике или была добыта на охоте), нельзя объяснить появление на полах херсонесских культовых сооружений мозаичных изображений белоглазого нырка, коростеля, дрофы, серой цапли, кеклика, вяхиря и горлицы.

В заключение обзора мозаичных изображений птиц, найденных в византийских базиликах средневекового Херсонеса, стоит кратко остановиться на еще одной мозаике. Это роскошные мозаичные полы Загородного храма Богородицы Влахернской, открытого в 1902 г. Косцюшко-Валюжиничем. Хотя храм, по-видимому, существовал уже в VII в., эти полы были созданы значительно позже — приблизительно в конце XI в. — при одной из храмовых перестроек [2]. Мозаики довольно хорошо сохранились и сейчас экспонируются в Херсонесском государственном музее-заповеднике. Кроме небольших упрощенных изображений разных домашних зверей (коз, овец, лошадей, ослов и даже, как считают некоторые исследователи [10], охотничьих гепардов) там есть и изображения птиц. Вообще-то их изображений здесь немало, но они довольно мелкие (естественно, в центре сооружения было размещено несоизмеримо большое изображение павлина). Выполнены они небольшим количеством мозаичных элементов, и потому выглядят упрощенно и зачастую недостаточно выразительно. Однако при всей стилизованности и условности изображений птиц среди различных уток, гусей, петушков, курочек и каких-то куропадок можно выделить знакомый нам силуэт дрофы. Здесь мы встречаем и знако-

мый сюжет — изображение прикрытой угловатым медальоном распластанной острокрылой птицы с повернутой набок головой. Очевидно, что это поздняя, чрезвычайно стилизованная, версия изображения жертвенного голубя (сразу угадать в ней голубя, конечно, нелегко).

В Херсонесе известна еще одна базилика, где были найдены фрагменты реалистичных изображений птиц. Это частично восстановленная и ставшая сейчас символом древнего города «Базилика 1935 года» (названа по году открытия). При раскопках в ней были обнаружены обломки штукатурки с жалкими остатками фресок, созданных в конце V — начале VI в. Часть изображений удалось реконструировать, и сейчас их можно увидеть в экспозиции музея «Древний Херсонес» в Севастополе. Среди геометрического и растительного орнамента, рисованных колонн и различных предметов там были размещены большие изображения павлинов и фазана (*Phasianus colchicus*), которые, правда, сохранились только в виде очень небольших фрагментов. Даже эти уцелевшие фрагменты свидетельствуют о чрезвычайно реалистической манере выполнения рисунков древним художником — очень точно прорисованные детали строения и окраски птиц заставляют думать, что рисунки делались с натуры. Об обязательности присутствия изображений павлинов в интерьере раннесредневековых базилик мы уже говорили не раз, а вот изображение фазана встречено впервые. Конечно, фазаны, послужившие моделью художнику, могли содержаться в городских птичниках в качестве экзотических домашних птиц. Но привозили ли их из-за моря или они, как и кеклики, о которых мы уже говорили, могли быть частью местной фауны?

Исследователи, изучавшие фауну Крыма в XVIII—XIX в., начиная со знаменитого ученого-естествоиспытателя академика П.С.Палласа, о встречах фазанов не упоминали. Однако существ-



Фазан на отреставрированной фреске византийского времени (V—VI вв.; из экспозиции музея в заповеднике «Херсонес Таврический»).

вует старинный письменный источник, свидетельствующий об обитании фазанов в Крыму веком раньше. Турецкий путешественник Э.Челеби, исследуя в 1666—1667 гг. Крымский п-ов, в своей многотомной «Книге путешествий» («Сейхатнаме») оставил подробное и точное описание мест, расположенных в районе Херсонеса (к тому времени, конечно, давно исчезнувшего) [11]. Перечисляя пернатую дичь, которая водилась в горах вокруг крепости Инкерман (ее развалины и сейчас можно увидеть у одноименного города-спутника Севастополя) и по берегам окрестных бухт, Челеби упоминал и фазанов (вообще-то в этом списке были и другие знакомые нам персонажи: дрофы, кеклики, цапли и утки). Получается, что в XVIII в. фазаны в Крыму, возможно, уже и не водились, но веком раньше на них здесь еще охотились. Существуют и неоспоримые доказательства обитания фазанов в Крыму, правда, относящиеся к намного более давним временам. Известный орнитолог М.А.Воинственский нашел кости фазанов на стоянках человека каменного века в юго-западной части крымских предгорий в слоях, относящихся к мезолиту и позднему палеолиту [5]. Интересно, что в последнем случае костные останки фазанов были найдены в одном слое с костями белых куропаток — эти птицы появились в Крыму только в период максимального похолодания, наступившего в конце последнего оледенения (в Крыму совпадает с эпохой позднего палеолита), и вымерли во время начавшегося затем потепления (позднего мезолита). Мне также довелось найти кости фазанов в кухонных отбросах двух разновременных стоянок неандертальцев в северо-восточной части крымских предгорий. Эти находки относятся к еще более ранним

временам — эпохам раннего и среднего палеолита. Из всего этого следует, что фазаны обитали в Крыму издавна — еще с плейстоцена. Они благополучно пережили весь период последнего оледенения и, очевидно, дожили до исторического времени. Вероятно, фазаны исчезли в Крыму только в относительно недавнее время — несколько столетий назад. Скорее всего, как и во многих других местах, в Крыму фазаны были уничтожены человеком с появлением усовершенствованного стрелкового оружия. А основной причиной, запустившей процесс вымирания фазана на Крымском п-ове, по-видимому, было полное освоение долин многочисленных крымских рек, сопровождавшееся уничтожением естественных пойменных зарослей — оптимального биотопа

Фото автора

для фазанов. Сейчас в результате реакклиматизации фазаны широко расселились по Крыму, довольно обычны они и в окрестностях Севастополя.

Граффити

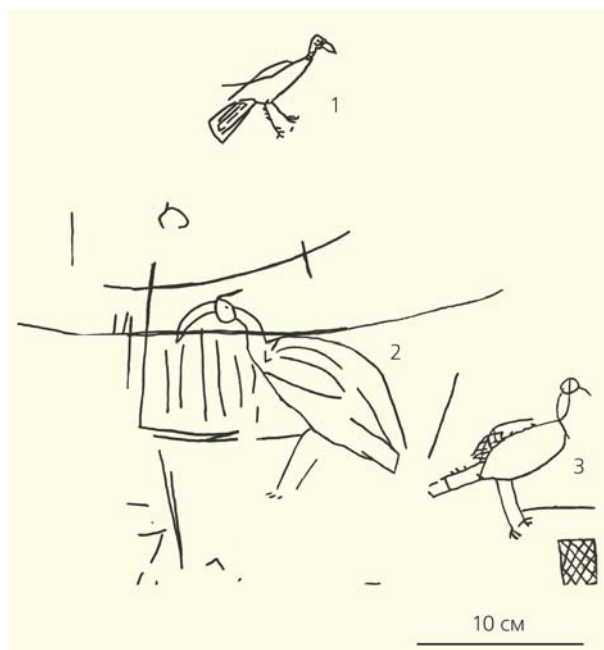
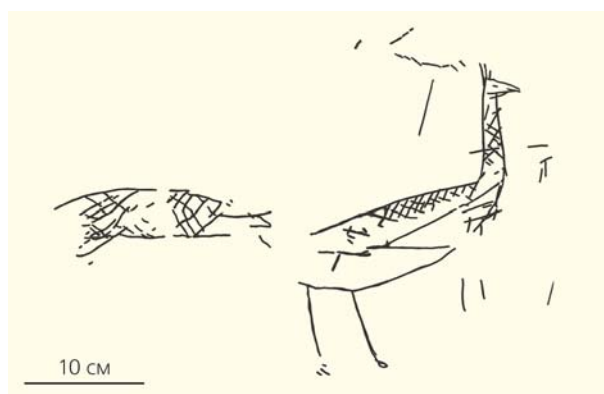
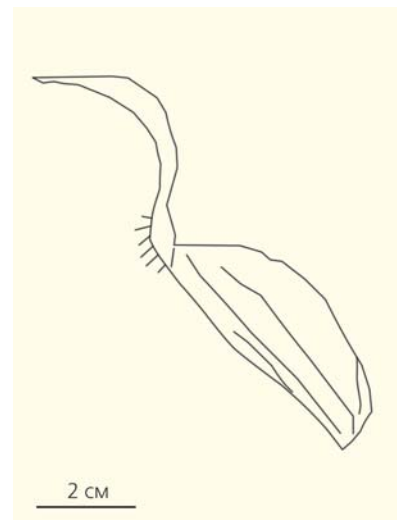
Наше исследование было бы неполным, если бы мы не упомянули о чрезвычайно своеобразных изображениях, открытых на территории Херсонесского городища совсем недавно — в 2002 г. Это граффити, нацарапанные на стене водосборной цистерны античного времени, заброшенной еще в начале раннего Средневековья. В первой половине XI в. этот подземный каменный резервуар прямоугольной формы, покрытый изнутри толстым слоем твердой водонепроницаемой штукатурки, использовали в качестве темницы. Среди многочисленных и разнообразных надписей и рисунков, оставленных узниками, были и изображения птиц. Среди них — схематическое изображение какого-то орла и состоящие из нескольких штрихов рисунки каких-то голенастых птиц. Однако были и узнаваемые изображения. Конечно, трудно ожидать от узников, царапавших на твердой стене в неудобной позе*, портретного сходства с изображаемым объектом, да и не каждый из них был наделен талантом художника, однако часть птиц можно определить достаточно уверенно. Прежде всего это прекрасно исполнен-

* Узники имели возможность писать и рисовать только на небольшом участке стены у пола, который освещался солнцем через отверстие в потолке — из-за недостатка площади многие рисунки и надписи накладывались друг на друга.

ный рисунок цапли, судя по пропорциям — серой (мы уже встречались с мозаичным изображением этой птицы). Автор изобразил даже то, что цапля недавно проглотила рыбу — у нее явно раздут зоб, а отдельными штрихами показаны встопорченные на нем узкие перышки. Польская исследовательница А.Бжустковска, участвовавшая в раскопках и сделавшая обстоятельный анализ всех найденных на стенах цистерны граффити [12], даже предположила, что это может быть и не цапля, а баклан с перевязанной шеей, чтобы он не мог заглатывать пойманную рыбу. Птицу могли использовать для рыбной ловли, подобно тому, как использовали для этих целей специально тренированных бакланов в Восточной и Юго-Восточной Азии. Однако, как ни заманчиво такое предположение, все же здесь изображена цапля.

Среди граффити встречаются изображения и павлинов, так много значивших для раннесредневековых христиан. Пожалуй, можно согласиться и с тем, что один из рисунков изображает дрофу, также имевшую большое значение для жителей Херсонеса, правда более утилитарное (среди граффити были и другие изображения дроф, на мой взгляд, более художественные, но они или плохо сохранились, или не были закончены). Из других рисунков, с интерпретацией которых можно согласиться, это изображение хищной птицы-падальщика — черного грифа или белоголового сипа (оба вида представлены в современной фауне Крыма). Однако у первого большая часть шеи оперена, а у второго не только шея, но и голова голые (покрыты только очень коротким пухом), что позволяет идентифицировать птицу как сипа белоголового (*Gyps fulvus*). Вероятно, и второе изображение можно отнести к тому же виду. Если принять, что автор рисунка в меру своих возможностей и способностей пытался нацарапать изображение какой-то знакомой ему птицы, то сип — наиболее подходящий кандидат. У этой птицы непропорционально тонкая и длинная шея, толстое тело (оно выглядит неестественно раздутым, когда сипы взъерошивают оперение), изогнутый и утолщенный «хищный» клюв (правда, здесь он изображен непропорционально длинным). А «хохолок» на голове птицы — это просто одна из глубоких царапин, перечеркивающих область рисунка.

Наш повышенный интерес к интерпретации этих двух изображений объясняется следующими обстоятельствами. Давно замечено, что грифовые птицы отсутствовали в плейстоценовой фауне Крыма [13]. Не найдены они и в составе более



Граффити на стене старой водосборной цистерны (начало XI в.) [12]. Фото стены с изображением цапли и ее прорисовка (выполнена автором), а также прорисовки павлина, сипов (1 и 2) и дрофы (3).

поздней (раннеголоценовой) фауны полуострова. При этом в синхронных ископаемых фаунах соседних регионов (Кавказа и северо-западного Причерноморья) разные виды грифовых птиц были найдены многократно [5, 14]. Это свидетельствует о том, что в Крыму грифовые птицы появились относительно недавно. Например, выдающийся зоолог А.М.Никольский в капитальной монографии «Позвоночные животные Крыма» утверждал, что достоверные указания о появлении черного грифа в Крыму относятся только к последней четверти XIX в. [8]. В то же время ученые, изучавшие фауну Крыма в XVIII в., уже застали там белоголовых сипов. находка в Херсонесе изображений сипов, сделанных в начале XI в., позволяет передвинуть сроки их появления Крыму по крайней мере на несколько столетий назад.

* * *

Итак, в результате изучения реалистических изображений птиц из древнего Херсонеса удалось получить интересные данные о фауне птиц региона в период раннего Средневековья, а также о необычных домашних птицах, содержащихся горожанами в то время. Например, есть основания предполагать, что в VI в. в Херсонесе кроме павлинов содержали и цесарок. Это означает, что домашние цесарки, которые, как полагали, к тому времени в Европе уже исчезли, сохранились в восточной части Римской империи (Византии) по крайней мере до начала раннего Средневековья. Анализ изображений свидетель-

ствует также, что уже тогда была выведена порода цесарок с желтым оперением. Судя по мозаичным изображениям, в Средние века в районе Херсонеса водились горные куропатки — кеклики, о существовании которых в Крыму в историческое время имелись только противоречивые литературные сведения. Изображение фазана, о существовании которого в фауне Крыма ранее было известно по ископаемым находкам эпохи каменного века, на фреске V—VI вв. говорит о том, что в то время эти птицы еще жили в окрестностях города. Также подтвердилось частое появление в районе Херсонеса дроф, занимавших, как оказалось, в жизни жителей древнего города особое место — они увековечены в херсонесских мозаиках и даже изображены в виде граффити. Отмечен также коростель — интересная птица, появляющаяся в заметном количестве в районе Херсонеса только в период осенней миграции перепелов. Найдены изображения двух видов диких голубей — вяхиря и горлицы обыкновенной, и сейчас нередких в Крыму (присутствовали также и изображения домашних голубей, правда, очень своеобразные — в качестве жертвенной птицы). Подтвердилось присутствие околводных птиц — серой цапли и очень редкой в настоящее время утки — белоглазого нырка. А находка сделанных в начале XI в. графических изображений грифовых птиц — сипов белоголовых, в давние времена в Крыму отсутствовавших, позволила точнее судить о времени их появления в фауне полуострова. ■

Литература

1. Домбровский О.И. Византийские мозаики Херсонеса Таврического. Познань, 2004.
2. Сорочан С.Б., Зубарь В.М., Марченко Л.В. Жизнь и гибель Херсонеса. Севастополь, 2006.
3. Лепер Р.Х. Из раскопок в Херсонесе в 1906—1909 годах // Известия Имп. археологической комиссии. 1911. Вып.42. С.92—107.
4. Акимущин И.И. Мир животных: Рассказы о домашних животных. М., 1981.
5. Воинственский М.А. Ископаемая орнитофауна Украины // Природная обстановка и фауны прошлого. 1967. Вып.3. С.4—76.
6. Tsykova S. Sub-fossil bird bones of ancient Chersonesos (Crimea, Ukraine) // Bone Commons. 2010. Item №1581. <http://www.alexandriaarchive.org/bonecommons/items/show/1581>
7. Никольский А.М. Позвоночные животные Крыма // Записки Имп. академии наук. 1891. Т.LXVIII. Прилож. 4.
8. Костин Ю.В. Птицы Крыма. М., 1983.
9. Цвелых А.Н., Тайкова С.Ю. Птицы раннего голоцена из мезолитической стоянки Ласпи-VII в Крыму // Тр. Мензбирова орнитол. об-ва. 2011. Т.I. С.186—194.
10. Якобсон А.Л. Раннесредневековый Херсонес. Очерки истории материальной культуры // Материалы и исследования по археологии СССР. №63. М.; Л., 1959.
11. Книга путешествий Эвлии Челеби. Походы с татарами и путешествия по Крыму (1641—1667) / Пер. М.Б.Кизилова. Симферополь, 1996.
12. Бжустковска А. Иконография цистерны — проба прочтения // Херсонесский сборник. 2006. Suppl.I: Топография Херсонеса Таврического. Водосборная цистерна жилого дома в квартале VII (IX—XI вв.). С.55—84.
13. Барышников Г.Ф., Потапова О.Р. Птицы среднего палеолита Крыма // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1988. Т.182. С.30—63.
14. Барышников Г.Ф., Черепанов Г.О. Птицы Большого Кавказа эпохи палеолита и мезолита // Орнитология. 1985. Вып.20. С.139—160.

Древнерусские богатыри против Змея Сейсминовича

А.А.Никонов

Былинные богатыри? Да это же такая древность и, скорее всего, небывальщина! Кому может быть интересно? Даже в школе ныне былины не «проходят». Достаточно теперь открывается тайн и секретов в истории недавней, например, прошлого столетия. А с кем там во времена царя Гороха сражались русские богатыри? С мифическими чудовищами и фантастическим зверьем? Устарело. Быльем поросло.

Нет, история не устаревает. Даже ее затерянные в былинах крупницы (если багаж современных знаний по теме и времени достаточен, а подход углубленный) создают неожиданные обороты, соединения разрозненных черт, признаков, явлений. История становится не только интересной, но и практически полезной.

Киевская Русь (XII—XIII вв.) — южная, домонгольская — огромный пласт славянской истории, культуры. Как ни покажется странным, этот период и район издавна привлекали не только гуманитариев, но и... сейсмологов. Если поточнее, то последних интересовала история землетрясений в Карпатах с отголосками в Киевской Руси.

Все дело в том, что применительно к Киевской Руси речь идет не столько о землетрясениях, сколько о сотрясениях. Иными словами, не о местах возникновения очагов (эпицентральных

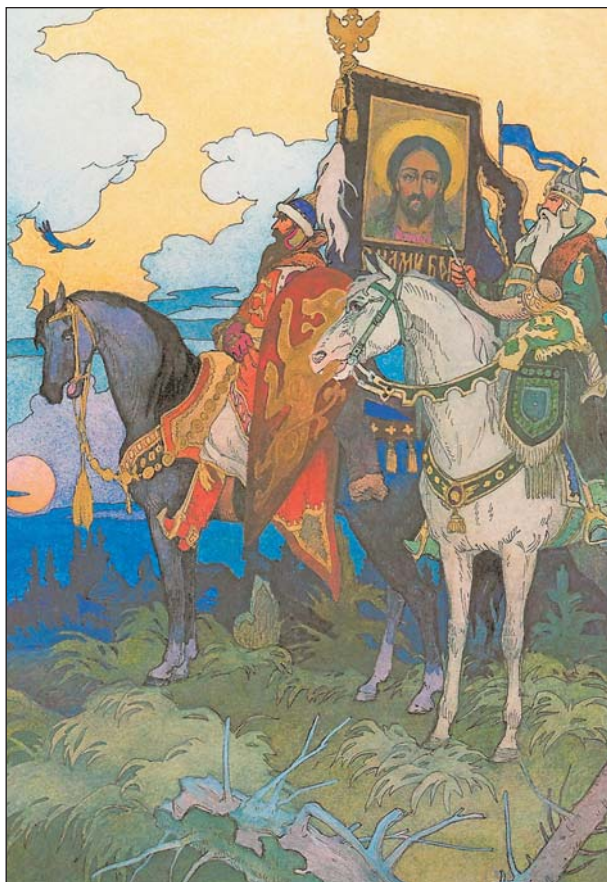


Андрей Алексеевич Никонов, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН. Область научных интересов — сейсмо-тектоника, палеосейсмичность, природные опасности. Постоянный автор «Природы».

ных областей над ними), а о местах наблюдения земных возмущений в отдалении от источника. Очаги землетрясений, как стало ясно давно, располагались в Карпатах, на румынской территории, а до земли Киевской доходили только отголоски, чаще слабые, но и ощутимые, а иногда и причинявшие повреждения. Весь фокус (не в цирковом, но в познавательном смысле) состоит в том, что для времен домонгольской Руси (да и монгольского времени тоже) источники сведений — это исключительно русские летописи. В них, правда, обычно упоминался только факт сотрясения, хорошо, если еще и дата и два-три слова в придачу. Но и это бесценно для воссоздания истории Карпатских землетрясений, которые, имея очень глубокие очаги, распространяли колебания далеко по Русской равнине (иногда даже до Руси Владимиро-Суздальской). Данная группа землетрясений Вранчской очаговой зоны — особая, единственная в Европе, имеющая глубинные (гораздо ниже подошвы земной коры) корни. И лишь по русским летописям можно попытаться встроить в 800-летнюю историю (начиная с XI в.) цепочку этих уникальных событий.

Надо отдать должное первым русским сейсмологам А.П.Орлову и И.В.Мушкетову, подготовившим первый «Каталог землетрясений Российской империи» [1]. Фактически это результат десятилетий подвижнических усилий Орлова, основной работой которого было преподавание в гимназии. Он-то среди тысяч других сведений и собрал из доступных тогда летописей упоминания о сотрясениях в Киевской Руси.

В течение 20-го столетия новых сведений по событиям Средневековья сейсмологи не добавили. Но умудрились так обдумать са-



Русские богатыри.

Художник И.Я.Билибин

мые скудные сведения, что каждое событие получило стандартный набор количественных оценок в цифрах — параметрическую строку. И эти цифры сейсмологи активно использовали и продолжают использовать — для научных оценок, расчетов и даже в прогнозных целях. Дело-то действительно важное, не только для многосейсмостральной Румынии (а заодно и Молдавии), но и для огромной территории Восточно-Европейской платформы (вплоть до Москвы). Но вот незадача. Сколько каталогов составляется, столько же возникает разночтений. И по количеству событий, и по классификации, и по параметрам. Удивляться не приходится: очень скудны исходные данные летописей.

Я уже давно стал обращаться к сказаниям разных народов в поисках дополнительных, чаще всего независимых сведений. И почти в каждом регионе они обнаруживались*. Дошла очередь и до фольклора русского, домонгольского.

* См. в «Природе»: Землетрясения в легендах и сказаниях. 1983. №11. С.66—75; Сейсмические мотивы в «Калевале» и реальные землетрясения в Карелии. 2004. №8. С.25—31; Земные проделки скандинавских божеств. 2006. №4. С.19—26; «Песнь о Гайавате» в оркестровке сейсмолога. 2013. №11. С.53—60.

Несколько слов о славянской мифологии

Драматические ситуации и сцены народной жизни запечатлевались в памяти далеких предков и воплощались в песнях и сказаниях в виде битв, героического противоборства и, естественно, побед героя над чудовищем. В представлениях и верованиях наших предков противостоять чудовищам и защитить от них простых людей могли только люди недюжинной силы — богатыри. Так, в русском фольклоре неизбежно соединялись змей-чудище, с одной стороны, и герой-богатырь — с другой. В южнорусском фольклоре тоже существовал Змей, а в лесах черниговских фигурировал Соловей-разбойник. Невидимый, в темных лесах гнездо свое устроивший, там он простых смердов подстергал и умыкал безвестно и бесследно.

В начальной славянской мифологии прародитель всего сущего — Род — после долгого периода одиночества родил с Ладой Сварога. А потом, заметив потопление земли в океане, породил Змея и назначил его подпирать земную поверхность снизу [2]. Как существо подземное, невидимое, он не мог не внушать чувства опасности. Не потому ли в русском сознании Змей числился злым, враждебным, несущим неприятности, если не гибель. Что говорить о временах языческих, да и средневековых, если в конце XIX в. архангелогородский игумен Митрофан «ужасный» накат моря в Кандалакшском заливе, а 100 лет спустя (в 1991 г.!) жители деревень на Зимнем берегу Белого моря необычные ночные сотрясения, не сговариваясь, приписывали проделкам черта.

Казалось бы, какое все это имеет отношение к природным событиям и вообще к наукам естественного цикла. И тут багажа и опыта гуманитариев, пожалуй, недостаточно. Во всяком случае, мне не довелось встретить научное толкование нескольких ярких сцен в русском фольклоре, хорошо известных прежним поколениям россиян. Вот и попробуем разобраться с двумя чудовищами — страшилищами — южным и северным. Тут как раз богатыри пригодятся — Илья Муромец и Добрыня Никитич, тоже немного подзабытые. И напрасно.

В южнорусском фольклоре хорошо известен Змей Горыныч. Он попал даже в «Повесть временных лет», сначала с припиской — «спаде от небеси».

«Змий от небеси»

Начало начал сейсмических событий на Руси. Змей с небес, согласно летописи, появился в 1091 г. (вариант 1088 г. сомнителен). Сейсмологи редко (и то только теперь, и только некоторые, и только изредка) снисходят до знакомства с летописями. В лучшем случае они довольствуются пересказами или цитатами из настольной книги — уже упоминавшегося «Каталога землетрясений Российской империи» [1]. Первую попытку

разобраться с летописями я предпринял четверть века назад [3]. Она осталась втуне. Теперь надо «копать глубже».

Вот что сообщала древнейшая из дошедших до нас Радзивилловская летопись (по списку XV в.), текст которой заканчивался первыми годами XIII в.: «*В се же время и земля стукну, яко мнози слышаша*» [4]. Сейсмологам XX в. этого показалось достаточно, чтобы определить (без комментариев и объяснения) и природу, и все параметры сотрясения [5]. Из базового каталога 1977 г. событие переносилось во все последующие отечественные каталоги. Сомнения некоторых специалистов в правомочности определения «узаконенного» землетрясения существовали сами по себе. Пора, однако, разобраться.

Читаем полные тексты летописей о событиях 1091 г.: «*[В] се же лето бысть Всеволоду ловы деющею зверинаа за Вышегородомъ заматавшим тенета и кликьяномъ кликнувшимъ, спаде превелик[ли]къ змій от небеси, и оужасошася вси людие, и земля стукну, яко мнози слышыше*»*. Или в более поздней летописи: «*В лето 6599. В се же лета Всеволод лов деюще за Вышеградом, заматав тенета и кличаном кликнуша и спада превелик змий от небеси, и ужасошася люди. В се же время земля стукнуша*»**.

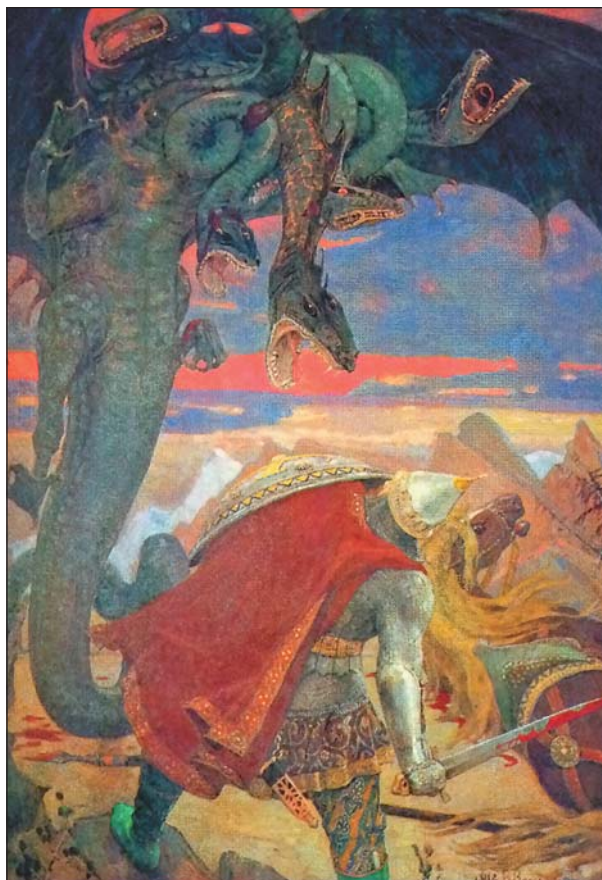
Место определено достаточно точно. Вышгород располагался поблизости от княжеского двора в Киеве, и вся местность тогда покрыта была лесами. Время действия, скорее всего, осеннее, дневное (все люди ужаснулись, значит, не спали).

Можно не знать описаний метеоритного дождя в Великом Устюге в 1290 г., не ведать о том, как иркутские сейсмографы записали удар Тунгусского астероидного тела в 1908 г., не слышать о последствиях падения Сихотэ-Алиньского метеорита в 1947 г., да и о многом другом (что пылится в папках автора). Но сомневаться в земных конвульсиях от подобных пришельцев с неба после Челябинского феномена 2013 г. — не слишком ли? Типичное импактное сотрясение, естественно, выходящее за рамки природных явлений каталога тектонических землетрясений [6]. Если Змея, падавшего сверху, видели у Вышгорода, и слышали как «земля стукну», значит небесное тело, вполне солидное, упало неподалеку. Вероятно, в пределах десятков километров. Да, сотрясение было. Летописи вполне можно поверить. Но источник, очаг, находился не в земных недрах. «Трус спаде с небеси». И кто же в XI в., помимо ужасного Змея мог его принести, да так, что «людие ужасошася»?

На этом можно поставить точку и приступить к подвигам богатырей. Но обнаружилось нечто неожиданное. Интригующее. Продолжим разбираться с событиями 1091 г.

* Новгородская четвертая летопись. 2000. С.135.

** Владимирский летописец // Полное собрание русских летописей. Т. XXX. М., 2009.



Бой Добрыни Никитича с семиглавым Змеем Горынычем.

Художник В.М.Васнецов

«**Чудо в Печере**». Киево-Печерская лавра, основанная в середине XI в., как известно, — не только импозантный наземный комплекс, но и древнейшие подземные галереи с кельями (пещерами), служившими одновременно и некрополем, и скрипторием. Именно в них жизнь монастырская начиналась, там трудились и молились основатели — святые Антоний и Феодосий, там начинал и Нестор.

«*В лето 6599. 1091. Принесень бысть Феодосеи в монастырь ис пещеры; положиша в церкви в своеи емоу в притворе на десней стране идеже и ныне лежит, августа в 14; а принесли его епископы...*»***. Речь идет о перенесении тела святого Феодосия из пещеры в построенную к тому времени в Киево-Печерском монастыре церковь Богородицы. Казалось бы, какая связь между Змеем и захоронением епископа Феодосия. В летописи — никакой. Но в «пещерах» помимо летописи составлялись и жития святых. Если заглянем в «Киево-Печерский патерик» — рукописный древнерусский памятник XIII в., то узнаем о жизни и деяниях святого Феодосия. Как и полагается, со святыми связаны чудеса. Главное «чудо» Феодосия случилось после его

*** Новгородская четвертая летопись. С.135 — 136.

смерти — в день, когда его извлекали из пещеры, чтобы перенести в наземную церковь, которую он еще «сам начал бяше здати» (сам начал возводить). Как раз когда открыли захоронение, святой вдруг пошевелил рукой. Монахи оцепенели. Но потом это сочли благим знаком.

Можно сомневаться в правдивости сообщения. От святых отцов нелепо ждать придумывания чудес без реальной основы, да с деталями. Это с одной стороны, а с другой — сейсмолог не может не вспомнить подобных случаев при реальных землетрясениях. В первую очередь, в раннесредневековом Константинополе, когда у статуи святой Анны пошевелилась рука во время землетрясения. А если так, то и это чудо вполне можно отнести за счет сейсмических колебаний. На этот раз под землей. При III—IV баллах такое невозможно, нужны сотрясения примерно в V баллов. Не менее важно, что мы знаем дату события — 14 августа (ст. ст.) или двумя-тремя днями раньше. Вряд ли копали в пещере ночью. Получается, осень, день — самое время для княжеской охоты. Как не соотнести «спаде зь неба змій превеликий» и «земля стогна». Насколько мне известно, это единственный случай, когда лапидарное известие в древнерусских летописях находит подтверждение в другом источнике.

Не получилось установить землетрясение. Зато обнаружен еще один случай падения крупного небесного пришельца (астероида или метеорита). С датировкой!

Русь Киевская, южная

От Змея к Соловью. Нечисть у далеких предков воплощалась в зверье разным, но одинаково враждебном. О Соловье-разбойнике ныне в киевских землях не вспоминают (а стоило бы). А он, между тем, немало там в свое время напакостил. Нас интересует соловей-сейсморазбойник.

Начнем с былин южных — классических, как их называют специалисты.

Однажды по пути из Чернигова в Киев Илья Муромец поехал по «дорожке прямоезжей», по которой «никто да не проезживал», так как ее Змей заполонил. Это пошло еще со времен языческих, когда печенеги, хазары, половцы главную дорогу перекрывали. А там-то вот какие страхи водились:

*А то свищет Соловей да по-соловьему
Ен кричит злодей разбойник по-звериному
И от него ли-то от повиста соловьева
И от него ли-то от покрику звериного
То все травушки-муравы улетаются
Все лазуревы цветочки отсынаются
А темны лесушки к земли вси приклоняются
А что есть людей, то вси мертвы лежат.*

В былине еще не раз повторены все ужасы соловьиные. Может и вправду однажды на этой дороженьке в лесах кому-то почудилось (или случи-

лось воочию видеть) и травушек, и цветочков, да и деревьев преклонение к земле. (В скобках заметим, что при землетрясениях на половецких и украинских землях все так и происходило. И во время похода князя Игоря за Донец в 1185 г., и до XIX в. включительно.)

Илья презрел страхи, «поехал-то дорожкой прямоезжею». И все точно так и случилось. Только «людишек» не было. Вместо того добрый конь стал о валежник спотыкаться. Естественно, Илья быстро с разбойником расправился да «пристягнул его к стремячку булатному». И доставил на княжеский двор. А тут...

*Вытил чарочку-ту Соловей одним духом
Засвистал как Соловей тут по-соловьему
Зарычал разбойник по-звериному
Маковки на теремах покривились
А околени во теремах рассыпались
А что есть-то людишок, так вси мертвы лежат
А Владимир князь-от стольне-киевской
Куньей шубонькой он укрывается
А и тут старой-от казак да Илья Муромец
Он скорешенько сажился на добра коня
Ай он вез-то Соловья да во чисто поле
И он срубил ему да буйну голову*.*

Это фактически — апофеоз былины. Прежде чем разобрать отрывок, нужны пояснения. Князь Владимир и Илья здесь уже к концу их жизни, т.е. в начале XII в. На княжеском дворе в Киеве, где разыгралась сцена торжества Ильи Муромца, ни травушки, ни цветочков, ни тем более «лесушков» быть не могло. Здесь еще со времен княгини Ольги ставили хоромы бревенчатые — целые усадьбы с жилыми и подсобными помещениями. Основу построек составляли кубы-клетки из бревен вперевязь, т.е. очень стойкие по отношению к внешним воздействиям. Ради пышности над каждым теремом ставили высокую узорчатую крышу в виде шатра или бочки с башенками, шпильями, резными коньками (маковками), а в каждой усадьбе на дворах и в кладовых держали дрова колотые (околени).

Используемые сейчас для оценки интенсивности землетрясений признаки и предметы в те времена практически не существовали. В тех условиях особенно показательны отдельные особенности, только в былинах (не в летописях) и упоминаемые.

Внутри деревянных срубов-кубов сотрясения даже VI баллов едва заметны. Снаружи — совсем другое дело. Допустим, «маковки покривились» можно и придумать (хотя зачем так вычурно). Заметим, они не покачались, а на глазах двора и толпы покосились (да так и остались). Но вот «поленицы рассыпались» — нужно было увидеть, поразиться и запомнить. Опытному сейсмологу оба признака хорошо знакомы. У них свое законное место в сейсмической шкале: V—VI баллов. Остается добавить, что в Киеве такие сотрясения на протяжении веков,

* Былины. М., 1986. С.121.



Постройка новых стен Кремля Юрием Долгоруким в 1156 г. Художник А.М.Васнецов, 1917 г.

(вплоть до конца XX) случались один или два раза в столетие и наверняка повторятся в веке текущем. А что «людишки вси мертвы лежат», так это от страха, небывальщина ведь! V—VI баллов тогда для поголовного страха вполне было достаточно.

По былине северной. Помимо южнорусских былин существуют и иные. Посмотрим, что сообщали об Илье сказания северные, дольше всего сохранявшиеся в устном пересказе в Подвинье и в Беломорье.

*Вот поехал Илья Муромец
А до Соловеюшко осталось семь же верст
А и слышал Соловей да сын Рохматьевич
Он слышал грозу немалую
Как ведь пеньцецо-кореньцецо ломается
А мать сыра земля да потрясается
Леса темны все шатаются*.*

Говорится вроде о грозе (в воздухе). Но приметы совсем не воздушные: потрясается земля, раскачиваются целые леса, да и трещат-ломаются не верхушки, а пни и корни. Все идет от сырой земли. Нет ни грома, ни молнии, ни свирепого ветра. Профессионалам доподлинно известны «шатания» лесов и выворачивания деревьев с корнями во время землетрясений. И былина вполне могла

отражать былое на самом деле. Нет только указания на то, что «гроза» явилась как козни разбойника. Да и о времени судить не можем.

Более информативна другая северная былина. Сюжет и перипетии в основе те же. А вот заключительная сцена на княжеском дворе отличается. На пиру у князя присутствуют все три главных богатыря: Илья Муромец, Добрыня Никитич и Алеша Попович. Соловей — тоже. Правда, не Рохматьев сын, а Одихмантьев, но прикован к седлу также. Одихмантьев сын, приведенный Алешей Поповичем по приказанию Ильи к княжескому двору пред очи князя Владимира, по его указанию должен был просвистать в «полсвисту».

*А заревел Соловеюшко да по-звериному
Засвистал-то страшно по-змеиному
Мать сыра земля засколыбалосе
Непр-река да взволновалосе
Народ-люди попугалисе
Полумертвы все попадали!
Князь Владимир стоял, будто померкнул-то
Апраксенью королевичну унесли замятво
Князья-бояре-то все напозналисе**.*

Засвистал-то разбойник не как ему приказали, а во весь голос. После такой выходки на княжес-

* Беломорские былины. 1953. С.26.

** Там же. С.34.

ком дворе, где его перед тем угостили «зеленым вином и пивом сладким по полуведра», Соловью, понятно, уже было несдобровать.

Заметим, что северный вариант былины также сохранил приметы реального землетрясения. Причем не вообще землетрясения, а такого, какие в последующие века ощущались на Киевщине каждое столетие (а то и не по одному разу) — силой V, реже VI баллов. В этой былине упоминаются конкретные признаки: «Мать сыра земля засколыбалосе... Непр-река взволновалосе».

Воды Днепра взволновались? Возможно ли? В моем архиве десятки исторических свидетельств возмущений воды при землетрясениях, даже при слабых, а при сильных — и выплескивания на берег.

«Князь Владимир... будто померкнул», можно сказать, с лица спал, побледнел, дочь его Апроксины упала в обморок, бояре по земле ползали. Куда уж точнее и выразительнее. Все это довольно обычные признаки проявления страха при сейсмических сотрясениях силой V и VI баллов — это столько же, сколько и по признакам традиционной южно-русской былины (но по поведению людей, а не предметов). Случайность? Маловероятно.

Опять надо пояснить. В стандартной макросейсмической шкале значится: «VI (баллов). Испуг. Землетрясение ощущается большинством людей как внутри помещений, так и под открытым небом... некоторые теряют равновесие». Местами случались и легкие повреждения. Но не в домах деревянных, какие тогда в Киеве только и существовали.

Что имеем и что хотим узнать? Имеем мы: место действия — Киев, сезон — теплый, время — светлое, сотрясения — полных VI баллов. Что надо узнать: когда произошло землетрясение и где располагалась эпицентральная зона.

Рассуждаем дальше. Но сначала уточним. Первый на Руси богатырь — фигура былинная или реальная? Считается, что Илья Муромец жил на исходе XII в., служил киевскому князю, приходя в беде городу на помощь. Позднее центр власти сместился во Владимир, а в Киеве князья часто менялись. Филологи и историки склоняются к тому, что Илья Муромец — личность историческая и он действительно до монгольского нашествия служил киевскому князю. Еще в советское время при исследовании захоронений в подземельях Киево-Печерского монастыря под эгидой Министерства здравоохранения Украинской ССР обнаружили останки крупного мужчины 40—45 лет, принадлежащие, скорее всего, Илье Муромцу. Датировались они XI—XII вв. Если так, то и эпизод с землетрясением в Киеве вполне мог отразиться в былинном эпосе. Ведь не так много памятных событий случилось, в которых герой-богатырь понадобился бы на княжеском дворе.

Далее. Хорошо бы проверить, по независимым источникам, известны ли в те времена в киевской земле землетрясения. С 1113 по 1125 г. в Киеве княжил Владимир Мономах. В русских летописях

(а других письменных источников для того времени просто не существует) в этот период упоминается «трус» осенью 1122 г. Правда, без указания места. Оно подразумевалось само собой (по месту тогдашнего летописания) — Киево-Печерская лавра. А в летописи Вологодской, явно поздней, находим: «В лето 6630. Земля потрясая того лета в Киеве граде».

В самой ранней Лаврентьевской летописи читаем: «*В то же лето [6630] приде митрополит из Цесаря града в Святую Софию именем Никита; Амфилофий преставися епископ Володимирский, и земля потрясая мало*». Факт, что называется, налицо. Попробуем соотнести его со сведениями из былины, в которую сейсмологи, разумеется, не заглядывали. Землетрясение, по летописи, произошло осенью. И по былинам — время было еще теплое, скорее всего осеннее, так как тем летом князь Владимир с войском ходил в поход на половцев.

Теперь встает вопрос о возможной силе сотрясений. Даже если летопись писалась в Киеве, это еще не значит, что в стольном граде «земля потрясая мало». Фраза о «трус» следует непосредственно за сообщением о кончине епископа Владимирского, поэтому и сведения о слабых колебаниях могли относиться именно к г.Владимиру. А там сильных сотрясений от Карпатского очага никогда и не было, тогда как слабые случались неоднократно.

Былина также дает ограниченные сведения, но конкретные, пригодные для определения силы сотрясений. Если по летописи, не вникая в детали, принимали сотрясения как ощущавшиеся в Киеве и оценивали их в III—IV балла, то по былине наклон маковок и развал полениц (а это точно в Киеве) — верных VI баллов. Не обращалось внимание и на то, что в летописи Радзивилловской, составленной до XIII в., определение «мало» отсутствовало: «*В лето 6630. Епископ Володимирский преставился, и земли трясение бысть*» [4]. А слово «мало» появиться могло по следующим причинам. Митрополит Никита именно в том году вернулся из Царьграда, где сильные местные землетрясения — явление обычное. И Нестору-летописцу (1056—1114) хорошо известны были «настоящие» (не в пример киевским) землетрясения в Тмутаракани, куда он прежде уходил из Киева.

А что при этом могло происходить в эпицентре события? Исходя из нахождения эпицентральной зоны в Карпатах, во Вранчском очаге (от Киева примерно 600 км), интенсивность в эпицентре определяется примерно в VIII баллов. В базовом каталоге [5] для события 1122 г. она оценена в (VI—VII) ± I балл (скобки означают неуверенное определение), т.е. явно занижена.

В этой ситуации былинные сведения получают неожиданный и значимый смысл. Если в Киеве в 1122 г. интенсивность сотрясений составляла VI баллов, то в эпицентральной зоне Вранча (а иных вариантов позиции очага нет) сила собы-

тия (по всем хорошо известным в XIX—XX вв. примерам) определяется в VIII—IX баллов. И если земля потряслась не «мало», то магнитуда соответственно должна оцениваться не в 5.9 ± 1 , как это приведено в каталоге [5], а 7.3 ± 0.3 , т.е. землетрясение приходится переносить из умеренных в разряд сильнейших (кстати, достигавших не только Киева, но и места будущей Москвы).

Получаем событие совсем другого энергетического уровня и масштаба распространения. Дело, понятно, «быльем поросло», но только не для сейсмологов. Если так, то определения параметров события и режима работы Вранчского очага требуют коррекции, причем не в одном, а в ряде каталогов, и отечественных, и зарубежных. Такая коррекция события влияет и на оценку повторяемости и силу сотрясений в Киеве, Москве и в других крупных городах юга Восточно-Европейской платформы. Сейсмические сведения из русских летописей (да и из былин), и следующие из их анализа решения могут оказаться полезными для прояснения режима сейсмических событий в Молдавии и на Украине, где летописание началось гораздо позже.

Я увлекся и увлек (раздосадовал?) читателя в слабо освоенное и неудобное пространство между знаниями гуманитарными и естественными, и чтобы не потерять читателя-профессионала, придется предпринять нечто решительное. В языкознании и фольклористике господствуют слова и соображения. В сейсмологии — цифры и решения. Поскольку журнал естественнонаучный и рубрика «сейсмология», то для привлечения особо взыскательных читателей введем «отвлечение».

Русь северная, Беломорская

От Соловья снова к Змею. Не только Илья Муромец, но и Добрыня Никитич — тоже «сейсмогерой». Согласно исследованиям специалистов-гуманитариев, Добрыня домонгольского периода многолик. Из язычества герой-змеборец перешел и в эпос XI—XII вв., а из русских летописей известно, что Добрыня реальный приходился дядей князю Владимиру Мономаху и помогал ему в делах великих. В классической былине «Добрыня и Змей» герой действует в Киевской Руси — у княжеского «стола», на «горах» Сорочинских, на Пучай-реке. И вот там-то, вдали от Киева, и проходило его противоборство со Змеем (Горынычем, поскольку жил тот в «горах», а таковыми тогда называли даже обрывы по берегам рек). Основным деянием Добрыни стало топтать конем змеенышей с утра до вечера в норах их. Занимался он этим по своей охоте. А потом уже — «по службе великой» — пришлось ему в тех же горах Сорочинских спускаться в норы змеиные в поисках князей племянники Забавушки Путичной*.

С именем Добрыни связано в русском фольклоре еще одно деяние по части «дел земных» в прямом смысле. На этот раз, правда, персонаж, скорее всего, не летописный, даже не былинный, а сказочный, но с реальным прообразом. После крещения Руси южной в 988 г. князь Владимир послал своего дядю Добрыню в Новгород. На берегах Волхова ему пришлось применить вовсе не героические качества, чтобы склонить язычников рубить и бросать в реку вековых идолов. Память о Добрыне в Новгороде сохранялась. Известно, что одна из улиц носила (во всяком случае до конца XI в.) его имя.

Добрыня беломорский, о котором сообщил известный собиратель русского фольклора А.Н.Афанасьев, — богатырь гораздо более поздний, возникший в местных сказаниях (с новгородским прообразом?), и подвиг его совершается в сугубо местных условиях [7]. Связь Новгорода

Отвлечение 1

Сопоставление перечней и параметров опорных сильных землетрясений во Вранчском очаге (Карпаты), сотрясения от которых распространялись на значительную часть Восточно-Европейской платформы (XI—XIV вв.)

№	Дата	I_0	M	Источник
1	1091 г.	VII (± 1) не землетрясение, импактное сотрясение	6.2 ± 1	[5] Никонов, 2014
2	12.II.1107	VI—VII (± 1) сотрясения в половецких степях	$6.2 (\pm 0.5)$	[5] Никонов, 2014
3	X.1122	VI—VII (± 1) VIII (± 0.5)	$5.9 (\pm 1)$ $6.9 (\pm 0.5)$	[5] Никонов, 2014
4	6.VIII.1126	VII ± 1 очаг в ином месте	$6.2 (\pm 1)$	[5] Никонов, 2014
5	01.IV.1170	VIII (± 1) грозовые явления	$7.0 (\pm 1)$	[5] Никонов, 2014
6	13.II.1196	VIII (± 1) очаг в Крыму	$7.0 (\pm 1)$	[5] Никонов, 2014
7	10.V.1230	VIII—IX (± 1) X (± 0.5)	$7.1 (\pm 0.7)$ $7.7 (\pm 0.3)$	[5] Никонов, 2014
8	1327 г.	VIII—IX (± 1) сотрясение в Новгороде	$7.0 (\pm 1)$	[5] Никонов, 2014

Примечание. Здесь и далее «Никонов, 2014» означает год составления. Решения же публикуются впервые. Из восьми событий XI—XIV вв. два оказались сотрясениями нетектонической природы, три ощущались (и возникли) вне Вранчской зоны, из оставшихся трех два получили уточненные определения силы (интенсивности и магнитуды).

* Былины. 1986. С.179.



Свежий сейсмоструктурный ров в западной части Кандалакшских шхер на берегу пролива Великая Салма [8].

с Беломорьем в XII в. подтверждается и находками там новгородских культовых предметов, а в Новгород привозили, например, «рыбий зуб» — моржовые клыки, из которых беломорские мастера выделывали чудесные миниатюры в виде русалок и драконов. Русалки — понятно. Но драконы откуда? Не тот ли самый Змей южнорусский перекочевал на Север?

В Беломорье, вблизи Кандалакши, уже не копать пришлось змеенышей и не «палочкой булатной» внутри нор орудовать. Тут гнезда змеи-

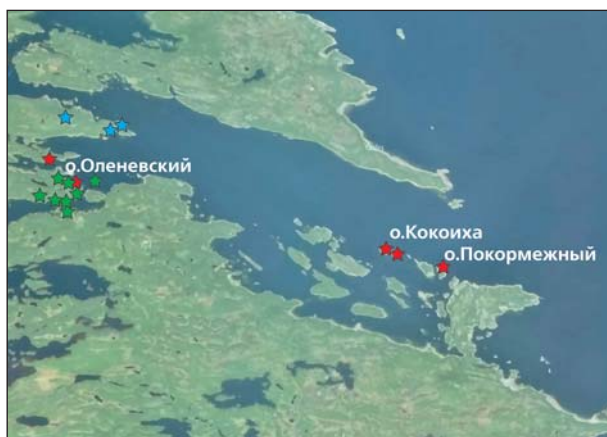


Схема послеледниковых сейсмодислокаций, распространённых на Карельском берегу Белого моря между полуостровами Киндо и Кузокоцкий. Звездочками показаны места расположения сейсмодислокаций: красными — сейсмоструктурных, синими — гравитационно-сейсмоструктурных, зелеными — деформаций встряхивания. Возраст породившего дислокации сейсмического события по ^{14}C — 500 лет, что совпадает со сведениями хронографа «Соловецкий летописец» о сильном землетрясении в районе Кандалакшского залива.

ные надо было в скальных щелях выискивать и змеенышей (да и скалы заодно) мечом разрубать. Народный герой не мог не справиться. Подвиги его беломорцы оценили. И из поколения в поколение пересказывали.

Известно, что земная щель, особенно в скальном «темени» Земли, — элемент того мира, который гуманитарии называют мифологическим ландшафтом. У русских поморов, сохранивших древний эпос и верования славян новгородского круга, вход в подземный мир охранял громадный Змей. Еще в XIX в. в Беломорье существовало предание о Змее и его детях, прятавшихся в щели. И даже указывался район ее нахождения — Кандалакша.

Вот что находим по этому эпизоду у Афанасьева: «Беломорцы показывают на острове Робыяке (в Кандалакшском заливе) большой камень, с отверстием внутри, за которым начинается пропасть. В этой пропасти жил некогда страшный Змей. Богатырь Добрыня приплыл в пещеры белокаменные, где жил Змей Горыныч, застал в гнезде его малых детушек и всех пришиб, пополам разорвал» [7, с.767]. «Пропасть» вокруг Кандалакшского залива, да и на бесчисленных его островах, бессчётно — различного размера расщелины, провалы, навесы. Все в скалах. Только не белокаменные они, а гранитные, гнейсовые, габбро-диабазовые. На окружающих склонах, в щелях, у воды и под водой каменных блоков, обломков, скальных навалов столько, что не только змеенышей пришибить могли, но и рать богатырей народных... Скалы так до сих пор и стоят. Приезжай, смотри, меряй, думай. Предки думали по-своему, мы — по-нынешнему.

Местный фольклор повествует, что как раз до такой скальной щели и добрался Добрыня. Коль скоро далекие предки поморов освоили Подвинье и Беломорье еще в XII—XIII вв., придя из Новгородчины (есть и грамоты и материальные остатки), то почему бы и Добрыне не достичь дальнего Белого моря.

И неслучайно народная молва указала на Кандалакшу. Мало того что она веками служила пределом известного мира в западном Беломорье, так именно по берегам и в шхерах Кандалакшского залива встречаются многочисленные раздробленные скалы и зияющие щели. И есть этому факту вполне естественное, общепринятое ныне в научной среде объяснение.

Вот только одно смущало геологов: скалы-то в Беломорье вовсе не белые, все они темные. Нет там белых, как в Новгороде, известняков. Впро-

чем, чего народному воображению не простишь. Но на всякий случай посмотрим. И нашли-таки. У юго-западного берега Кандалакшского залива на п-ове Киндо, что образует выступ материка вблизи полярного круга, спокойно существует участок под названием Черные Щели, а к югу от города Кандалакша, всего в 12 км от него по прямой, также безмятежно лежит мыс под еще более интригующим названием — Белые Щели. Где-то здесь, в Кандалакшских шхерах, еще в 19-м столетии будущий известный петрограф и кристаллограф Е.С.Федоров обнаружил следы разработок местными рудознатцами XVII в. свинцовых жил, которые прорывали небольшой известковый пласт [9]. Редкость, а потому и показательная.

Ныне, ввиду отсутствия змеенышей и исчерпания небогатой жилы, местные щели ищут, обследуют и документируют... Кто бы вы думали? Сейсмологи. Прямо паломничество или, скорее, охота за сейсмодислокациями развернулась в последние годы в Беломорье. И небезуспешно [10—12]. Специалисты теперь знают о сильных, разрушительных землетрясениях в пределах Кандалакшского залива 8, 3 и 1.8—1.7 тыс. лет назад. Более того, в 1542 и 1627 гг. Причем это не едва ощутимые отголоски дальних, иноземных вредоносных событий, а свои, так сказать, доморощенные. И разбираться с ними только нам.

Литература

1. *Мушкетов И.В., Орлов А.П.* Каталог землетрясений Российской империи // Записки Имп. Русс. географич. об-ва. Т.26. СПб., 1893. С.119.
2. *Шептинг Д.О.* Мифы славянского язычества. М., 1997.
3. *Никонов А.А.* Сейсмические сотрясения на Русской равнине в XI—XVII вв. // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1990. №11. С.85—95.
4. Полное собрание русских летописей. Т.38. Л., 1989.
5. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1974 г. М., 1977.
6. *Никонов А.А.* Проблема выделения нетектонических землетрясений на Восточно-Европейской платформе в оценке сейсмической опасности // Недр Поволжья и Прикаспия. Спец. вып. 1996. №13. С.42—49.
7. *Афанасьев А.Н.* Славянская мифология. М., 2008. С.767.
8. *Авенариус И.Г.* Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. 2007.
9. *Федоров Е.С.* Минералогическое и петрографическое описание Белого моря // Горный журнал. 1904. Т.II. Кн.7. С.290—378.
10. *Шевченко Н.В., Кузнецов Д.Е., Ермолов А.А.* Сеймотектонические проявления в рельефе берегов Белого моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5: География. 2007. №3. С.44—48.
11. *Никонов А.А., Фроль В.В., Шварев С.В.* Землетрясения, новейшие разломы и особенности рельефа Беломорского бассейна // Геология морей и океанов. Материалы Конференции с международным участием (Школы) по морской геологии. Т.V. М., 2013. С.204—208.
12. *Мараханов А.В., Романенко Ф.А.* Новые данные о послеледниковых сейсмодислокациях Северной Карелии (Карельский берег Белого моря) // Геодинамика и экология Баренц-региона в XXI веке. Матер. Всеросс. конференции. Архангельск. 15—17 сентября 2014. Архангельск, 2014. С.

Отвлечение 2

Сопоставление перечней и параметров опорных сильных землетрясений в Беломорском бассейне (XVI—XVIII вв.)

№	Дата	I_0	M	Источник
1	событие отсутствует 13.VIII.1542	VII—VIII±0.5	6.2±0.5	[5] Никонов, 2014
2	14.V.1626 31.V.1627	(VI)±1 VIII±0.5	5.4±1 6.5±0.5	[5] Никонов, 2014
3	31.XII.1758 31.XII.1758	V±1 VII—VIII±0.5	4.7±0.7 5.6±0.3	[5] Никонов, 2014

Примечание. Добавление самого раннего из всех письменно зафиксированных сильных событий на Русском Севере и уточнение силы (интенсивности и магнитуды) двух других заставляют совершенно иначе оценивать долговременную опасность региона.

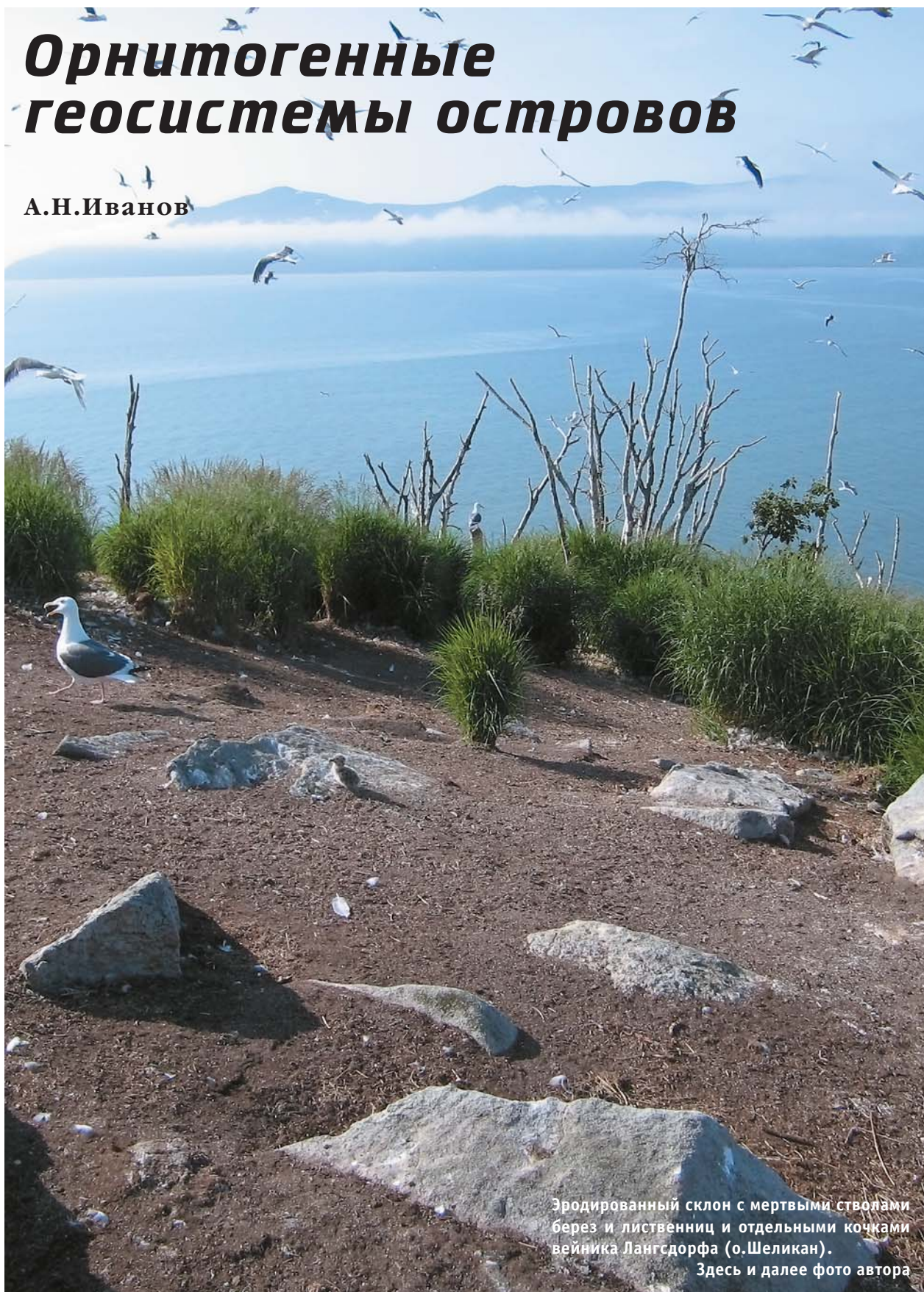
* * *

Про Илью и Добрыню забыли. Но цели благие остались — постараться предупредить не вполне просвещенную часть человечества о зловерных змеях, нет, землетрясениях. Не иначе как нечто зловещее, враждебное в щелях все еще таится. Найдется ли герой современный? Только очень серьезно ему подготовиться надо, чтобы не только распознать, но и проникнуть в нутро — сущность — и предъявить сообществу специалистов неопровержимые доказательства и прошлых, и готовящихся новых злодеяний змеиных.

Змеи-то теперь в виде землетрясений и на севере по-прежнему рождаются. Змей Сейсминович и здесь не спит, он только усыпляет нашу бдительность и готовность. Не ровен час... выскочит из недр в ярости снова. И, как обычно, без уведомления. Потому что — Змей. ■

Орнитогенные геосистемы островов

А.Н.Иванов



Эродированный склон с мертвыми стволами берез и лиственниц и отдельными кочками вейника Лангсдорфа (о.Шеликан).
Здесь и далее фото автора

Роль животных в структурно-функциональной организации геосистем хорошо известна в современной науке. Огромное значение имеют, например, почвенные беспозвоночные, перерабатывающие и разлагающие органическое вещество. Различные виды млекопитающих также способны преобразовывать окружающее их пространство. В настоящее время в биологии прочно утвердилось представление о «ключевых видах» в экосистемах. Они характеризуются двумя основными признаками: во-первых, их присутствие — решающий фактор в поддержании организации и разнообразия экологического сообщества, в которое они входят; во-вторых, такие виды исключительно важны по сравнению с остальными.

Существует еще одно близкое понятие — «ландшафтные виды» животных. В своей жизнедеятельности они используют обширные территории и существенно влияют на функционирование природных систем [1]. К таким видам чаще всего относят млекопитающих. Это, к примеру, копытные в африканских саваннах, бобры в лесных ландшафтах, сурки и суслики в сухих степях.

Птицы в число ландшафтных видов обычно не включаются, поскольку их средообразующее значение невелико. Исключение составляют морские колониальные птицы. Они образуют базары численностью в несколько миллионов особей, существующие на одном и том же месте в течение многих веков, иногда — тысячелетий. Огромные скопления птиц на ограниченной площади оказывают сильнейшее воздействие практически на все природные компоненты и взаимосвязи между ними. В отсутствие наземных хищников и человека птицы могут заселять целиком крупные острова, формируя особую разновидность ландшафтов, получивших название «орнитогенные геосистемы» [2].

Были изучены семь островов Северной Пацифики, расположенные в Охотском и Беринговом морях и в Тихом океане. На каждом из них имеются крупные скопления морских птиц, занимающие практически весь остров — от пляжей до вершинных поверхностей. Интересно



Андрей Николаевич Иванов, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — островное ландшафтоведение, структурно-функциональная организация геосистем, охраняемые природные территории.

было сравнить между собой одинаковые острова с колониями птиц и без них, а внутри островов — участки с разной интенсивностью орнитогенного пресса. Помимо населения птиц изучались и другие природные компоненты (рельеф, природные воды, почвенный и растительный покров), а также взаимоотношения между ними.

Морские птицы в островных ландшафтах

Основные составляющие воздействия птиц на природные геосистемы — зоомеханогенез и геохимический прессинг. Особое значение имеет поступление в ландшафт огромного количества метаболитов морских колониальных птиц. Только одна пара чаек с потомством за гнездовой период поставляет на поверхность почвы от 85 до 170 кг продуктов жизнедеятельности [3]. Они включают большое количество биогенных элементов, а так-



Географическое положение исследованных островов.

же тяжелых металлов. Так, в экскрементах чаек содержится 26.34% углерода, 12.22% азота и 0.97% серы, среди тяжелых металлов наиболее велико содержание цинка (305 мг/кг), меди (60 мг/кг), свинца (40 мг/кг), хрома (9.8 мг/кг) и кадмия (5.8 мг/кг) [4]. Кроме сильнейшего геохимического прессинга происходит механическое уничтожение растительности и вытаптывание почвы. У каждого птенца чайки есть определенный маршрут к месту укрытия, а у родителей — к месту отдыха. Вдоль птичьих троп трава обычно полностью вытоптана. Кроме того, чайки часто выдергивают растения с корнем. Для постройки своих массивных гнезд птицы собирают траву вблизи гнездовой площадки. Выдергивание травы входит и в комплекс так называемого демонстративного поведения при охране гнездового участка. Чайки используют верхушки лиственниц и ветви каменной березы в качестве присад, что приводит к обламыванию, а затем и к усыханию деревьев.

Всего на островах живут 16 видов морских колониальных птиц. Из-за разницы в размерах, условиях обитания и особенностях поведения они оказывают существенно разное влияние на геосистемы. Наиболее сильные виды-эдификаторы — уже упоминавшиеся крупные чайки рода *Larus*, а также топорки. Чайки изменяют микрорельеф и почвенно-растительный покров прежде всего за счет вытаптывания и строительства гнезд. Топорки же для гнездования роют глубокие норы и ежегодно обновляют и расчищают их. При этом перемещается большой объем грунта и формируются настоящие «подземные города», а за счет вытаптывания создаются сети троп и «взлетных пло-

щадок». В совокупности все это приводит к значительным площадным изменениям природных компонентов и островной геосистемы в целом.

Состав органического вещества, поступающего в островную геосистему от чаек и топорков, его объем и особенности разложения также существенно различаются. Топорки оставляют в основном экскременты, немного остатков пищи и растительной ветоши. Все это находится в норах, т.е. в толще сухого торфа или грунта. В результате жизнедеятельности чаек вся органика (значительно больший, чем у топорков, объем остатков пищи, останки погибших особей, экскременты, огромный объем строительного материала гнезд) концентрируется и разлагается на поверхности [5]. Чайки, которые относятся к полифагам и часто кормятся на материке, могут приносить на остров пыльцу или семена растений, отсутствующих в островной флоре.

Другие птицы, при условии их высокой численности, также имеют высокое средообразующее значение. Прежде всего, это некоторые виды чистиковых (конюги, ипатки, белобрюшки), гнездящиеся в осыпях и курумах. Обычно они оказывают только геохимическое воздействие на среду, однако на некоторых изученных островах (Маткиль, Талан) формируются так называемые ландшафтно-геохимические зоны влияния, ориентированные вниз и в совокупности занимающие большую площадь (до 30—40% всех островных склонов).

Некоторые норные виды птиц, гнездящиеся на суше (старики, качурки), вследствие особенностей их экологии и поведения не оказывают зна-



Норы, вырытые топорками (о.Топорков).

чительного влияния на природные геосистемы даже при высокой численности. Морские колониальные птицы, предпочитающие гнездиться на береговых обрывах (кайры, моевки, бакланы) или в обвально-осыпных шлейфах в тыловой части пляжей (чистики), воздействуют главным образом на подводную часть островной геосистемы.

Поскольку все птицы основную часть времени проводят в море, туда попадает большая часть экскрементов. На подводную часть островов влияют все виды морских колониальных птиц, там формируются обширные зоны биогеохимического воздействия, как правило, значительно превышающие по площади сами острова (например, на о.Старичков — примерно в 20 раз).

Орнитогенный микрорельеф

В орнитогенных геосистемах птицы выступают одним из главных экзогенных агентов рельефообразования. Они создают особый микрорельеф, который «накладывается» на первичный рельеф островов, придавая им специфический внешний облик. Наибольшее разнообразие форм рельефа вызвано вытаптыванием, однако самый сильный геоморфологический эффект связан с рытьем нор и поступлением в ландшафт продуктов метаболизма птиц.

Самые распространенные по частоте встречаемости и по площади формы микрорельефа, в образовании которых птицы играют ведущую роль, — кочки. Кочкарные луга в местах птичьих базаров описаны на островах Кольской Субарктики, Северной Охотии, Южных Курил, островах Субантарктики и в других регионах. Кочки характерны для всех тундровых и луговых побережий Дальнего Востока от Чукотки до Сахалина, но на изученных островах отличаются, в первую очередь, своими размерами и строением. Кочки здесь образованы в основном злаками (вейником Лангсдорфа, колосняком мягким, мятликом Татевеки), реже — осоками. Они не имеют минерального ядра и состоят из корней, стеблей и листьев, находящихся в разной степени разложения. Нижняя часть кочек — это отмершие (частично или полностью) плотно перевитые стебли и побеги, густо пронизанные корнями, а верхняя состоит из плотно расположенных и переплетенных между собой узлов кущения и сильно укороченных междоузлий. На 30 ключевых площадках число кочек варьирует от 12 до 34 на 25 м², они занимают в среднем 20–25% территории, их средняя высота колеблется в пределах от 23 до 65 см, диаметр — от 37 до 77 см. Размер самых крупных кочек, обнаруженных на о.Матыкиль, достигает 1.6 м. Это значит, что орнитогенные кочки могут быть крупнее форм микрорельефа иного происхождения (например, бугров пучения). Радиоуглеродный анализ образца торфа, взятого на о.Талан



Вейниковые кочки в нижних частях склонов орнитогенных геосистем (о.Талан).

из основания кочки высотой 115 см, показал, что ее возраст составляет 130 ± 30 лет (ГИН-14176). Следовательно, средняя скорость роста кочки — около 0.9 см/год.

Механизм формирования кочек не вполне ясен. Судя по всему, один из главных факторов кочкообразования — аномально высокое содержание в почве азота и фосфора, которые стимулируют активный рост и кущение злаков. Получается, что геохимическое воздействие продуктов метаболизма птиц сочетается с механическим — вытаптыванием межкочечного пространства. Немаловажную роль играет и «моделирование» кочек водно-эрозионными процессами на склонах.

Среди изученных орнитогенных форм рельефа можно выделить две группы. К первой относятся формы, которые наследуют (используют) особенности первичного рельефа, лишь подчеркивая их. Создаются они в основном вытаптыванием. Это «взлетные площадки», клубы, присады и тропы. Вторая группа — новые формы, усложняющие земную поверхность. В первую очередь к ним относятся птичьи норы.

В совокупности все формы орнитогенного микрорельефа занимают от 15% до 90% площади островов, а объем перемещенного грунта, связанного с жизнедеятельностью птиц, достигает 0.1–0.2 м³/м².



Злаковые кочкарники, тропы и норы топорков (о.Топорков).

Растительность и почвы орнитогенных геосистем

Под влиянием орнитогенного пресса, как правило, происходит сокращение видового разнообразия растительности. Почти на всех островах четко выражена тенденция обеднения флоры, т.е. число видов сосудистых растений на островах со скоплениями морских колониальных птиц значительно ниже, чем на аналогичных островах без них. Основные факторы снижения видового разнообразия — постоянное механическое повреждение растений птицами (общипывание, обламывание, вытаптывание и т.п.), а также избыточное содержание в почвах азота, фосфора и тяжелых металлов. На островах четко проявляется тенденция смены исходных тундровых, стланиковых, лесных сообществ на луговые, состоящие из ограниченного числа видов-орнитофилов.

Из состава фитоценозов в первую очередь выпадают деревья (лиственница Каяндера, каменная береза), кедровый стланик, вересковые кустарнички, травы семейства норичниковых и др. На островах остается всего несколько видов, способных выносить перманентное механическое и геохимическое воздействие птиц. На большинстве изученных островов чаще всего встречаются луга из вейника Лангсдорфа с минимальным количеством сопутствующих видов. К другим орнитофильным видам, формирующим в тех или иных сочета-

ниях орнитогенные сообщества, относятся колюшник мягкий, мятлик Татеваки, дудник Гмелина, борщевик шерстистый, полыни белолетная и мощная, крапива узколистная, лапчатка земляничковидная, морощка, лигустикум шотландский, щитовник расширенный, дерен шведский и некоторые другие. На семи изученных островах всего 12—18 видов смогли адаптироваться к необычным условиям гнездовых колоний и стать доминантами или субдоминантами в фитоценозах.

Биологическая продуктивность, рассчитанная по средним запасам надземной травянистой фитомассы, в орнитогенных геосистемах возрастает примерно в 1.5—2.5 раза относительно фоновых условий. Например, только надземная фитомасса крупнотравно-вейниковых лугов в нижних частях склонов о.Старичков достигает 40 т/га. Высокая продуктивность луговых сообществ связана с повышенным поступлением биогенных элементов (прежде всего соединений азота и фосфора) от гнездящихся птиц. Однако зависимость при этом нелинейная, она имеет более сложный характер. Увеличение надземной травянистой фитомассы наиболее ярко проявляется при слабом или умеренном воздействии птиц (на островах Умара, Старичков, Талан и Маткиль). Одновременно наблюдается уменьшение видового разнообразия фитоценозов и доминирование ограниченного числа видов-орнитофилов. Дальнейшее усиление орнитогенного пресса вызывает дезорганизацию

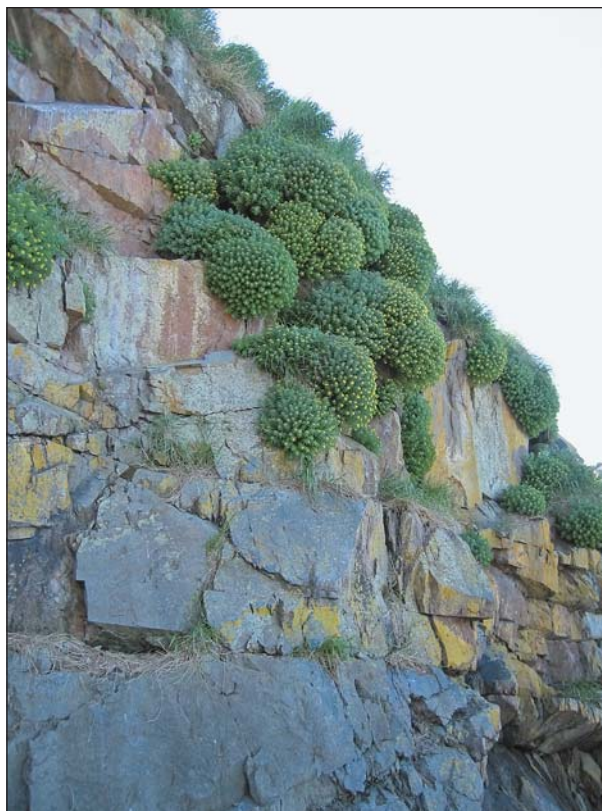
биоты и снижение запасов фитомассы (острова Топорков и Шеликан).

Другая характерная черта растений в орнито-генных геосистемах — высокая зольность. Она растет из-за повышения трофности местообитаний, а также в связи с вероятностью внекорневого поглощения элементов, поступающих с продуктами метаболизма птиц и аэральными потоками с моря. Растительность вблизи птичьих базаров обильно обрызгивается пометом и запыляется мельчайшими минеральными частичками. Повышенная зольность видов-орнитофилов (щитовника расширенного — 20%, борщевика шерстистого — 21%, иван-чая узколистного — 26%) в сочетании с их высокой фитомассой способствует росту запасов минеральных веществ в травяном ярусе и увеличению емкости фитобарьеров.

Постоянная органическая подкормка в виде экскрементов, погадок из непереваренных остатков пищи, выпавших при линьке перьев, неиспользованной пищи, скорлупы, останков птенцов и взрослых птиц приводит к чрезмерному развитию вегетативных органов у большинства видов растений, произрастающих в птичьих колониях, а также к аномальному ветвлению, усиленному побегообразованию, значительному разрастанию корневищ и каудекса (подземных побегов). Например, листья морозника и папоротника расширенного (типичных орнитофилов, встречающихся по периферии колоний и в местах стока вод, обогащенных органикой) обычно имеют в два-три раза большие размеры по сравнению с видами, растущими на фоновых тундровых участках.

Своеобразную экосистему образует родиола розовая на о.Матыкиль. Здесь на береговых обрывах высотой 200—300 м, опоясывающих по периметру весь остров, формируется необычный высотный «родиоловый пояс»: все скалы усыпаны шарообразными или эллипсоидальными подушками диаметром 20—30 см. Глупыши часто используют их для устройства своих гнезд. Аналогов подобного «пояса» в литературе не описано. Родиоловые подушки представляют собой адаптационные экибиоморфы, существующие в условиях многолетнего орнитогенного пресса. Их образование связывается с отмиранием верхушечной почки в результате избыточного поступления биогенных элементов и с многократным боковым ветвлением каудекса [6].

Почвенный покров орнитогенных геосистем также изменяется под воздействием большого количества метаболитов птиц, зоомеханогенеза и трансформации растительности. Меняются физико-химические свойства почв, а также общая направленность почвообразования. На 1—1.5 единицы увеличивается кислотность, в почвах повышается содержание органического углерода, азота, фосфора, калия, магния, кальция (в 2—10 раз), а также тяжелых металлов и суммы солей; изменяется влажность и объемный вес [2]. Последнее на-



Подушкообразные экибиоморфы родиолы розовой на береговых скалах (о.Матыкиль).

иболее выражено в местах гнездования топорков и тупиков, которые роют довольно крупные норы глубиной до 50 см, вследствие чего почва приобретает своеобразную мелкокамерную структуру, улучшаются дренаж и аэрация. На о.Старичков примерно 0.2% объема почв (более 300 м³) составляют полости, связанные с норами топорков [5].

Сукцессии и равновесные состояния

Далеко не всегда удается установить, когда именно на том или ином острове появился птичий базар, а значит возраст орнитогенных геосистем определить непросто. Так, литературные источники сообщают нам, что базары на островах Старичков и Топорков существуют как минимум 200—300 лет. На морской террасе о.Талан археологи обнаружили остатки костей из птичьего базара в слое «токаревской культуры», которая была развита на охотском побережье 2.0—2.5 тыс. лет назад [7]. Не меньший возраст имеет орнитогенная геосистема о.Матыкиль в Охотском море. Таким образом, можно предположить, что возраст геосистем достигает первых тысяч лет. За это время они могли испытать несколько стадий орнитогенных сукцессий, продолжительность каждой из которых составляет десятки—сотни лет.

На первой стадии такой сукцессии появляются отдельные гнездовые площадки, тропинки, норы; начинают формироваться злаковые кочкарники. Орнитогенные формы микрорельефа занимают до 10% площади острова. Изменяется химический состав почв, возрастает продуктивность фитоценозов; видовой состав растительности пока остается без выраженных изменений, иногда даже отмечается небольшое увеличение числа видов. Примером первой стадии орнитогенной сукцессии может служить о.Умара.

На второй стадии орнитогенные формы микрорельефа занимают уже до 20—40% площади острова. Меняются химические свойства почв (увеличивается содержание органического углерода, азота, фосфора и калия). Альфегумусовый процесс почвообразования, характерный для зональных почв, начинает сменяться органо-аккумулятивным. Злаковые кочкарники достигают полного развития. Сокращается видовое разнообразие фитоценозов, начинает доминировать ограниченное число видов-орнитофилов, формируются экобиоморфы. Продуктивность фитоценозов становится выше фоновой в 1.5—3.0 раза при очень высокой степени вариабельности, зависящей от состава растительных сообществ, положения в ландшафтно-геохимической катене и интенсивности орнитогенного пресса. На второй стадии сукцессии находятся острова Матькиль, Талан и Старичков.

На третьей стадии уже более половины площади острова занимают орнитогенные формы микрорельефа, представлены все его разновидности. Обедняется флора, начинает преобладать однообразная орнитогенно-трансформированная растительность из ограниченного числа видов-орнитофилов, активно формируются экобиоморфы. Продуктивность фитоценозов близка к фоновой, но может быть как выше, так и ниже при очень высоких локальных контрастах. Доминирует органо-аккумулятивный процесс почвообразования, фон образуют сухоторфяные почвы. Пример орнитогенной геосистемы на третьей стадии сукцессии — о.Топорков.

Наконец, на четвертой стадии орнитогенные формы микрорельефа занимают почти весь остров. Происходит сильная эрозия почвы, разру-

шаются злаковые кочкарники, уменьшается мощность почвенных профилей, на значительной части склонов почвы смываются полностью. Деградирует древесно-кустарниковая растительность, резко сокращается видовое разнообразие и продуктивность фитоценозов. На четвертой стадии орнитогенной сукцессии находится геосистема о.Шеликан.

Вторая и третья стадии представляют собой равновесные состояния геосистем. Это значит, что многовековой орнитогенный пресс стал здесь таким же прямодействующим и относительно стабильным экологическим фактором, как свет, тепло и атмосферные осадки. В прошлом, очевидно, были утрачены некоторые виды растений и изменились свойства почв, но сейчас подобные геосистемы устойчивы, а их равновесие поддерживается именно скоплениями птиц. Это может продолжаться долгое время (сотни или первые тысячи лет), пока какие-либо внешние или внутренние факторы не выведут геосистему из равновесия. Например, для о.Шеликан таким фактором стало резкое увеличение численности тихоокеанской чайки. За четверть века наблюдений птичья колония выросла более чем в три раза — с 6.5 тыс. до 23 тыс. птиц. Это сопровождалось площадной деградацией почвенно-растительного покрова острова и сильнейшей эрозией. На месте смешанных лиственнично-каменноберезовых лесов с подлеском из кедрового стланика остались лишь сухие стволы деревьев, а большая часть островных склонов покрылась открытыми группировками вейниковых лугов с разрушающимся почвенным покровом. На острове исчезло около 40% видов растений. Скорость эрозии, рассчитанная по среднегодовой потере верхних слоев почвы, составила 10 мм/год [8]. Если экспансия чаек будет продолжаться, остатки лесов на о.Шеликан полностью деградируют в ближайшее десятилетие. После стабилизации численности птичьей колонии, очевидно, начнется процесс «притирки» природных компонентов друг к другу. Затем будет достигнуто новое равновесное состояние.

Можно привести противоположный пример. Если на островах, заселенных морскими птицами, появляются наземные хищники, то числен-

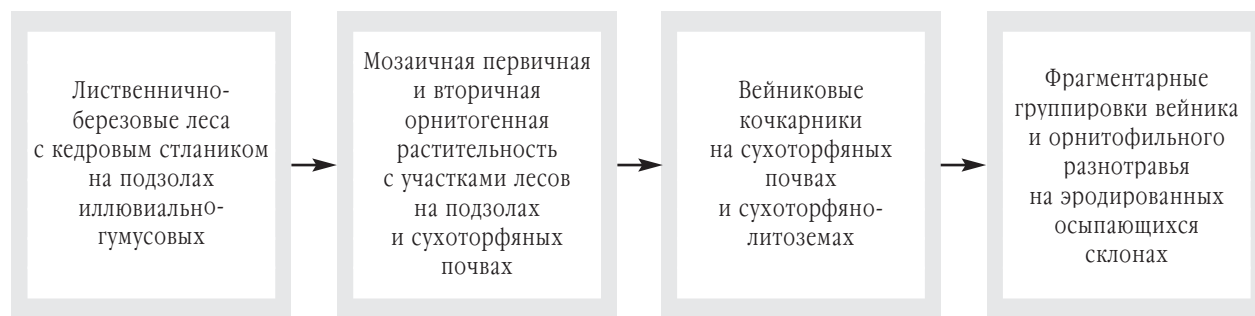


Схема орнитогенной сукцессии на о.Шеликан.

ность птиц резко сокращается (или они вовсе могут исчезнуть). Это приводит к кардинальной перестройке островных геосистем. Такое случилось на некоторых островах Алеутской гряды с появлением песца (*Alopex lagopus*). Число птиц снизилось, уменьшилось поступление питательных веществ, которые они перемещали из океана на острова. Это привело к постепенной смене луговой растительности, характерной для орнитогенных геосистем и состоящей из видов-орнитофилов, на зональные кустарничковые тундры [9]. Аналогичный эффект был вызван непреднамеренной интродукцией на Алеутские о-ва норвежских крыс. При сравнении 17 островов, где обитали крысы, с 15 островами без них оказалось, что изменения геосистем из-за появления грызунов коснулись и подводных участков. Известно, что чайки и другие морские птицы обычно кормятся на литорали. Когда они исчезли, произошла вспышка численности моллюсков и других морских беспозвоночных. Они, в свою очередь, уничтожили в прибрежных районах моря почти все водоросли, которые играли важнейшую роль в структуре субаквальных геосистем [10].

* * *

Если на острове нет наземных хищников и человека, а в его акватории существует богатая кормовая база, птицы могут заселить остров целиком, сформировав своеобразный «орнитогенный мегаполис» с численностью обитателей до нескольких миллионов особей. На наиболее удобных местобитаниях такого «мегаполиса» плотность птичьего населения будет высокой, в менее благоприятных условиях — низкой. Птицы образуют своеобразную социальную структуру со сложными внут-

ри- и межвидовыми взаимоотношениями, частыми территориальными конфликтами, клептопаразитизмом и т.п. Напрашивается аналогия таких орнитогенных геосистем с городскими ландшафтами, тысячелетиями существующими на одном и том же месте. В обоих случаях человек или птицы существенно трансформируют исходный природный ландшафт, при этом изменениям подвергается большая часть природных компонентов.

Роль орнитогенных геосистем в структурно-функциональной организации биосферы намного более значительна, чем может показаться. Количество одних только минеральных соединений азота и фосфора, попадающих в воду с метаболитами птиц, оценивается в 4% и 19% от суммарного выноса этих веществ реками в Мировой океан [11]. Особое значение такие геосистемы имеют в арктическом и субарктическом поясах. Морские воды здесь отличаются высокой биопродуктивностью, а для суши, напротив, характерен очень бедный органический мир. Морские колониальные птицы, гнездящиеся на островах, но добывающие корм в море, выступают основным транспортным агентом между богатыми питательными веществами морскими водами и обедненными наземными ландшафтами. Возникающий поток вещества и энергии с моря на сушу «субсидирует» геосистемы островов и определяет их основные структурно-функциональные особенности. «Выходной поток» от птичьих базаров обратно в море приводит к формированию обширных биогеохимических аномалий в прилегающей акватории. Таким образом, несмотря на небольшие размеры и локальный уровень в иерархии природы, орнитогенные геосистемы обладают очень высоким вещественно-энергетическим и информационным потенциалом. ■

Литература

1. Sanderson E., Redford K., Veder A. et al. A conceptual model based on landscape species requirements // Landscape and Urban Planning. 2002. V.58. P.41—56.
2. Иванов А.Н. Орнитогенные геосистемы островов Северной Пацифики. М., 2013.
3. Зеленская Л.А. Тихоокеанская чайка (*Larus schistisagus* Stejneger, 1884). Магадан, 2008.
4. Otero-Pérez X.L. Effects of nesting yellow-legged gulls (*Larus cachinnans* Pallas) on the heavy metal content of soils in the cles islands (Galicia, North-west Spain) // Marine Pollution Bulletin. 1998. V.36. №4. P.267—272.
5. Лобков Е.Г. Фауна, население птиц и их роль в экосистеме острова Старичков // Биота острова Старичков и прилегающей к нему акватории Авачинского залива. Труды Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. Вып. VIII. Петропавловск-Камчатский, 2009. С.280—340.
6. Хорева М.Г., Мочалова О.А. Растения и птицы на берегах Охотского моря: равновесие, кризис, адаптация // Сибирский экологический журнал. 2009. №1. С.119—125.
7. Лебединцев А.И. Древняя стоянка на острове Талан // Прибрежные экосистемы Северного Охотоморья: остров Талан. Магадан, 1992. С.215—222.
8. Иванов А.Н. Равновесно-неравновесные отношения в орнитогенных геосистемах островов Северной Пацифики // География и природные ресурсы. 2013. №4. С.130—137.
9. Croll D.A., Maron J.L., Estes J.A. et al. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra // Science. 2005. V.307. №5717. P.1959—1961.
10. Kurle C.M., Croll D.A., Tersby B.R. Introduced rats indirectly change marine rocky intertidal communities from algae- to invertebrate-dominated // PNAS. 2008. V.105. №10. P.3800—3804.
11. Головкин А.Н. Роль птиц в морских экосистемах // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. М., 1982. С.97—157.

Древний микромир: палеоботаническое открытие

Н.П.Маслова, Т.М.Кодрул

Мудрый Конфуций сказал: «Найди себе работу по душе, и тебе не придется работать ни одного дня». Говоря так, мудрец имел в виду то счастливое совпадение процесса труда и интереса к нему, когда затраты времени и энергии компенсируются радостью, сопровождающей работу. В полной мере эти слова касаются палеоботаников, труд которых наполнен увлекательными открытиями тайн прошлого растительного мира нашей планеты. Бывает, что нам удастся получить целый ряд фактов, которые можно связать в единую цепь, восстановив при этом небольшую историю из жизни ископаемых организмов. Такой успех с лихвой перекрывает любые затраченные усилия, а ведь труд палеоботаника, занимающегося микроструктурными исследованиями, очень трудоемок, требует высоких профессиональных навыков и современного технического сопровождения.

Одно из таких счастливых открытий родилось в ходе исследования ископаемых остатков растений из мелового (кампанского) местонахождения Кундур (геологический возраст слоев 73–76 млн лет). Материал, о котором пойдет речь, был получен из верхней части кундурской свиты, вскрытой на поверхности вдоль федеральной автомобильной трассы «Амур», которая протянулась от Читы до Хаба-



Наталья Павловна Маслова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории палеоботаники Палеонтологического института РАН. Область научных интересов — морфология, систематика и филогения цветковых растений.



Татьяна Михайловна Кодрул, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории палеофлористики Геологического института РАН. Специалист в области систематики, морфологии и палеогеографии ископаемых растений мела и палеогена.

ровска, между реками Мутная и Удурчукан в 10 км юго-восточнее пос. Кундур Амурской обл.

Значительный интерес в кундурской ископаемой флоре представляют платаноиды — древние родственники современного платана. Ранее мы изучили и описали комплекс ископаемых остатков платаноидов, который включает головчатые соплодия *Kunduricarpus longistylum*, головчатые тычиночные соцветия *Kunduriantbus mirabilis* и сопутствующие им листья [1]. Растительные остатки из кундурского местонахождения сохранились как отпечатки на породе, на которых лишь в редких случаях остались фрагменты фитолейм (обугленных остатков ископаемых растений, сохраняющих информацию о клеточном строении).

Для палеоботаника исключительно важно получить как можно больше информации о морфологии и анатомии исследуемого объекта, чтобы определить его систематическую принадлежность. Наличие фитолейм существенно облегчает эту задачу. С помощью ма-

церации (последовательного воздействия азотной кислотой и щелочью) из них могут быть получены препараты кутикулы (покровной пленки листа, отражающей клеточное строение самого верхнего слоя органа растения — эпидермы). В случае с кундурскими остатками, очень скудно снабженными фитолеймами, нам пришлось изготовить множество препаратов в надежде собрать по крупницам информацию об организации головчатых соцветий и соплодий этих растений. К счастью, материал (более сотни экземпляров) позволил это сделать.

Выяснилось, что сложное соплодие кундурских платаноидов, по внешним признакам очень похожее на соплодие современного платана, отличается на микроструктурном уровне. Оно состоит из оси и прикрепленных к ней шарообразных соплодий (головок) диаметром до 15 мм. В головках примерно по 13 плодов, состоящих из четырех или пяти плодолистиков с длинными столбиками. Общая средняя длина плодолистика вместе со столбиком не превышает 4.5 мм, ширина достигает 1.2 мм. Околоцветник у плода не наблюдается. Особенности микроструктурной организации таких мелких органов растения удастся определить с помощью электронного сканирующего микроскопа. Одна из отличительных черт кундурских соплодий — отсутствие на их осях и поверхностях плодолистиков эпидермальных выростов — трихом (в частности, железистых, производящих секрет). Совокупность макро- и микроструктурных особенностей этих ископаемых соплодий позволила рассматривать их в рамках нового для науки рода *Kunduricarpus*, принадлежащего семейству Platanaceae.

В ходе электронно-микроскопических исследований у некоторых из множества изученных образцов были обнаружены на внутренней стороне кутикулы плодолистиков своеобразные отпечатки очень мелких неизвестных структур, напоминаю-



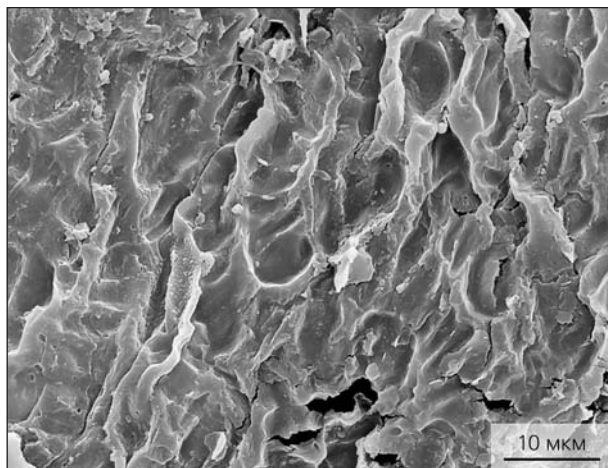
Головчатые соплодия современного вида платана *Platanus acerifolia*.

щие спирально закрученные цепочки. Принадлежность этих отпечатавшихся структур самому растению с очевидностью отрицалась: внутренняя поверхность кутикулы несет информацию о клетках покровного слоя растения, а их строение принци-



Ископаемые головчатые соплодия *Kunduricarpus longistylum*: целое соплодие (а) и фрагмент соплодия (б); белые стрелки указывают на тело плодолистиков, черные — на столбики.

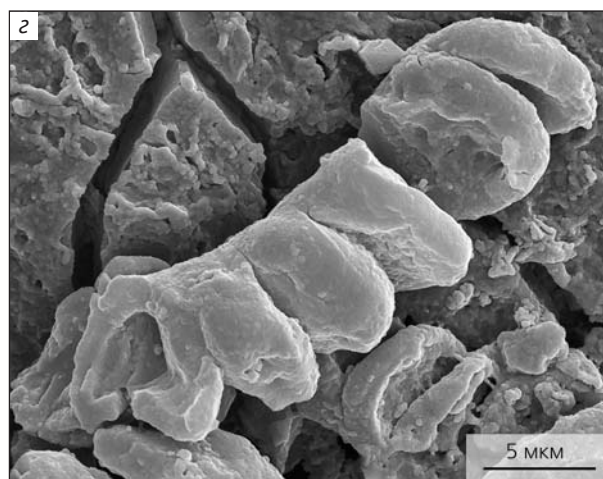
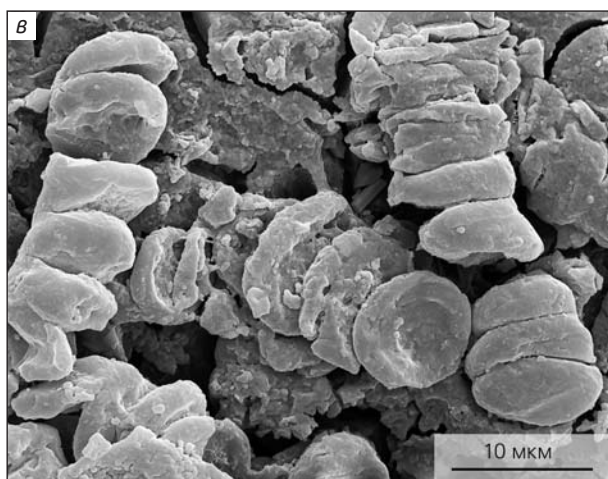
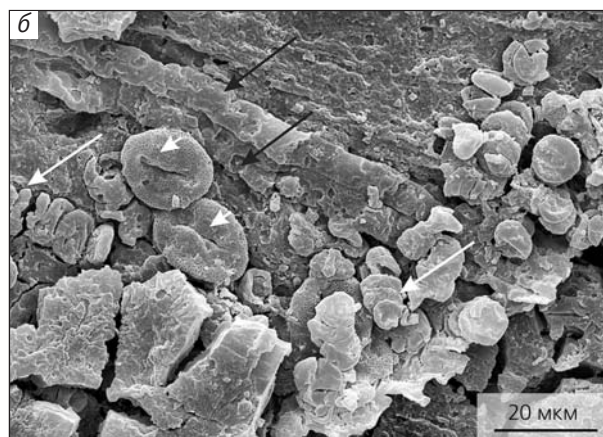
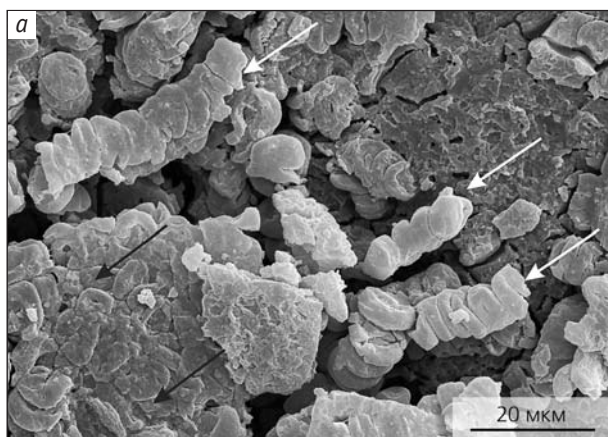
Здесь и далее фото авторов



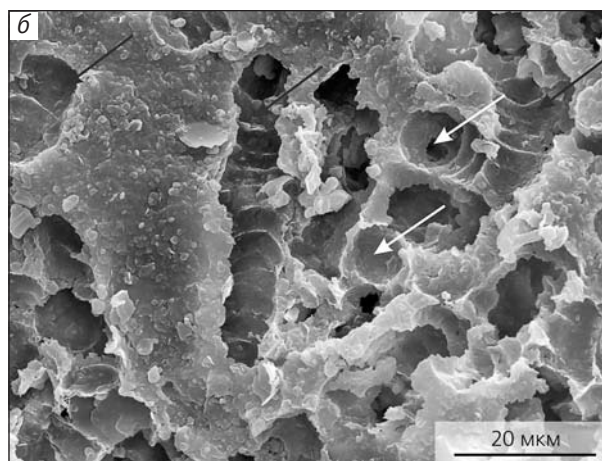
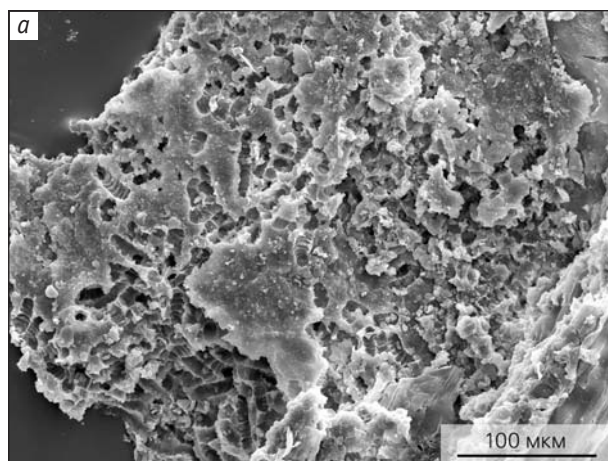
Кутикула стенки плодолистика *Kunduricarpus longistylum* после мацерации с отпечатками микроорганизмов, вид изнутри. Здесь и далее фотографии сделаны на сканирующем электронном микроскопе.

пимально отличается от форм найденных отпечатков. Загадочная находка побудила нас провести дополнительные поиски, изучить плоды, не подвергая их стандартной мацерации, а лишь удалив плавиковой кислотой вмещающую соплодия горную породу. Очищенные таким способом фрагменты плодов мы также изучили с помощью сканирующего электронного микроскопа. На стенках плодолистиков и внутри них были обнаружены объемные структуры (одиночные и в цепочках), по размерам и форме точно совпадающие с уже известными нам оттисками на внутренней стороне кутикулы. Поражали очень мелкие размеры структур — диаметр одного элемента в цепочке колебался от 4 до 10 (чаще около 5) мкм!

Выяснено, что элементы, составляющие цепочки, имеют форму низкого цилиндра (или шайбы). Они плотно соприкасаются или в разной степени удалены друг от друга, местами, по-видимому, склеены слизью вдоль одной из сторон цепочки, что создает впечатление целостности всей



Стенка плодолистика *Kunduricarpus longistylum*, поврежденная микроорганизмами: а — шайбовидные тела в цепочках (отмечены белыми стрелками) и одиночные, образовавшие комок (черные стрелки); б — на поврежденной поверхности плодолистика два прилипших пыльцевых зерна (короткие белые стрелки), проводящие элементы с округлыми порами (черные стрелки) и микроорганизмы (белые стрелки); в — цепочки шайбовидных тел; г — цепочка шайбовидных тел, склеенных слизью вдоль одной из ее сторон.



Стенка плодолистика *Kunduricarpus longistylum* после очистки плавиковой кислотой: общий вид (а) и фрагмент стенки (б) с округлыми, перпендикулярными стенке плодолистика следами проникновения микроорганизмов (отмечены белыми стрелками), а также с цилиндрическими пустотами, в которых отчетливо видны границы ранее заполнявших их шайбовидных тел (черные стрелки).

структуры. Цепочки элементов располагаются как на участках неповрежденной кутикулы, так и на поврежденных участках стенки плодолистика, где кутикула вместе с покровной и частично нижележащими тканями разрушена. Одиночные, различно ориентированные шайбовидные структуры, вероятно, также склеенные слизью, образуют довольно массивные скопления, приуроченные, как правило, к внутренним слоям плодолистика.

Одиночные элементы и цепочки можно рассматривать как последовательные стадии развития одних и тех же микроорганизмов. Но при этом более ранняя стадия, как нам кажется, представлена цепочками, которые со временем распадаются на отдельные элементы шайбовидной формы, образующие скопления внутри плодолистика. Между этими двумя стадиями есть переходы, когда цепочки распадаются лишь частично.

Кроме этого, в соплодиях, очищенных плавиковой кислотой и не подвергшихся стандартной мацерации, были обнаружены следы проникновения этих загадочных структур в полость плодолистиков. Это отверстия диаметром 4–10 (чаще около 5) мкм и цилиндрические полости того же диаметра длиной до 40 мкм. Эти полости, в разной степени изогнутые или прямые, простираются глубоко внутрь плодолистика и занимают большой объем его внутреннего пространства. На стенках полостей отчетливо видны отпечатки организованных в цепочку отдельных округлых сплюснутых элементов диаметром до 10 мкм.

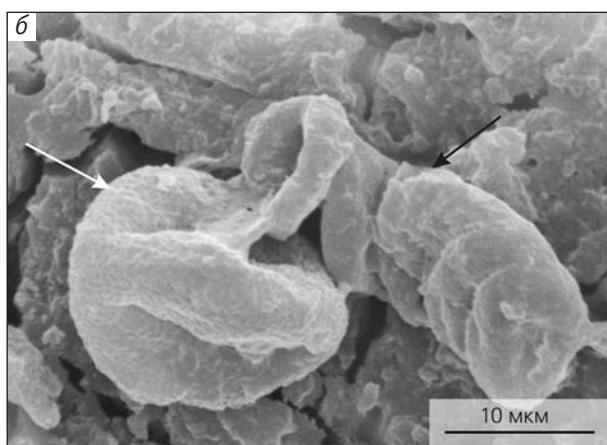
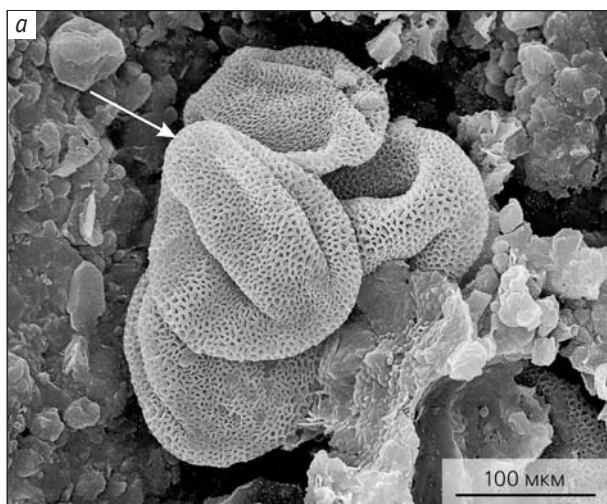
Очевидно, что все наблюдаемые повреждения соплодий рода *Kunduricarpus* имеют одну природу. Форма и размеры одиночных элементов, образующих скопления, тождественны объектам, организованным в цепочки. Отпечатки этих элементов на внутренней стороне кутикулы стенки плодолистика характеризуются теми же размерами

и формой. Вероятно, в мацерированных соплодиях при воздействии азотной кислоты и/или щелочи произошло разрушение органических клеточных стенок (оболочек) микробов, следовательно, объемные структуры не сохранились, оставив лишь отпечатки и пустоты, повторяющие их морфологию.

В ходе исследований на поверхности плодов *Kunduricarpus* были обнаружены прилипшие пыльцевые зерна двух типов, характеризующиеся морфологическими и ультраструктурными признаками семейства платановых [1]. Это пыльцевые зерна с отчетливой сетчатой поверхностью и четкими границами апертур, не затронутые слизью, а также пыльцевые зерна, окутанные слизью, скрывающей детали строения поверхности зерна.

У ряда ископаемых представителей платановых некоторое количество слизи продуцировалось железистыми трихомами плодолистиков [2, 3], что могло служить для привлечения насекомых-опылителей. Но в нашем случае, как уже упоминалось, эпидерма плодолистиков, а также осей соплодия *Kunduricarpus* была лишена трихом, которые могли бы стать источниками слизи. Кроме того, поврежденные плодолистки *Kunduricarpus* не содержат признаков наличия слизи, поэтому с большой долей уверенности можно исключить растительную природу ее образования на поврежденных плодолисточках и считать, что слизь была выделена исследуемыми нами микрообъектами.

Можно предположить, что растение было повреждено какими-то агентами, которые разрушили покровы плодолистиков и частично их внутренние ткани, дезактивировали слизью пыльцевые зерна. Рассматриваемые повреждения, по всей видимости, имели довольно массовый характер: они обнаружены в трех головчатых соплодиях из 13 микроструктурно изученных, происходя-



Прилипшие к стенке плодолистика *Kunduricarpus longistylus* трехбороздные пыльцевые зерна (отмечены стрелкой): а — пыльцевые зерна на неповрежденной поверхности плодолистика (хорошо различима их сетчатая поверхность), б — покрытое слизью пыльцевое зерно и цепочка шайбовидных тел на поврежденной поверхности плодолистика.

щих из двух слоев с растительными остатками, которые расположены на разных стратиграфических уровнях.

Основой для предположений о возможной природе находок стали их размерные характеристики и формы организации. Первоначальная идея, что эти структуры — яйца насекомых, была отвергнута ввиду очень их мелких и варьирующихся размеров. Характерная форма объектов не позволяет рассматривать их как яйца или экскременты мелких клещей. Возможность принадлежности загадочных объектов к спорам грибов тоже была исключена по причине специфичности их строения и отсутствия остатков грибных гифов во всех исследованных образцах. Палинологическая природа наших объектов не подтверждается из-за изменчивости их размеров в широких пределах. Также для пыльцевых зерен не характерна организация в цепочки, а кроме того, проникно-

вание описываемых структур внутрь плодов полностью исключает их возможную принадлежность к пыльцевым зернам.

Более вероятно, что эти находки имеют микробную природу. И размерные характеристики, и продуцирование слизи, и способ организации (объекты в цепочках и одиночные), и путь деструкции цепочек с образованием комка одиночных организмов говорят в пользу такой интерпретации повреждений плодов *Kunduricarpus*. По внешним признакам эти микроорганизмы более всего сходны с цианобактериями. Клетки современных бактериальных форм выделяют в виде слизи полимерное вещество — гликокаликс, которое способствует передвижению бактерий, а также несет защитную функцию. Так, у современных цианобактерий, например, слизь появляется вокруг клеток и нитей при высыхании субстрата. Иногда слизь содержит особые вещества, разлагающие субстрат.

Предположение о микробной природе обнаруженных в плодах *Kunduricarpus* микроскопических структур поставило перед нами очередные задачи. Фоссилизированные бактериоморфные структуры в осадочных породах различного возраста описаны из многих регионов мира [4, 5], в последние годы даже сформировалось отдельное направление в науке — бактериальная палеонтология. Однако основа этого направления — изучение роли бактерий в формировании горных пород и многих полезных ископаемых. В нашем случае мы наблюдаем результат воздействия микробов на растение. Поэтому интересно выяснить характер взаимоотношений между этими древними организмами. Были ли плоды повреждены при жизни, в то время, когда еще находились на материнском растении? Или микроорганизмы проникли в плоды уже после того, как те упали на землю либо попали в водоем, где происходила их фоссилизация?

Мы предполагаем, что растение подверглось атаке микробов еще в процессе развития плодов в соплодиях. В первую очередь в пользу этого свидетельствуют находки пыльцевых зерен, как прилипших к неповрежденной поверхности, так и обнаруженных внутри поврежденных микроорганизмами плодов. Однотипные пыльцевые зерна платановых определенно оказались на поврежденных участках плодолистиков при жизни растения путем переноса ветром или насекомыми, а не вследствие их совершенно невероятного избирательного осаждения в воде при захоронении растительных остатков.

Но как микроорганизмы попали в растение? Чаще всего проникновение микроорганизмов в ткань происходит через механические повреждения их покровов. Такие повреждения могут иметь как абиотическую природу (например, истирание тонкой кутикулы трением при сильном ветре и др.), так и биотическую (разрушение насекомыми-фитофагами при питании растительными тканями или при откладывании яиц). То, что пораженными



Местонахождение Кундур, Амурская обл.

оказались репродуктивные, а не вегетативные органы, делает маловероятной возможность прижизненного абиотического повреждения тканей и последующего за ним проникновения микроорганизмов. Против этого же говорят и возможные пути проникновения микроорганизмов в ткани плодolistиков — точечные нарушения кутикулярного покрова. Более вероятным нам видится путь микробного заражения растения вследствие повреждения плодов насекомыми-фитофагами.

Такое впервые описанное на ископаемом материале свидетельство фитопатологических процессов микробного происхождения приоткрывает завесу тайн коэволюционных процессов древних растений, микробов и, возможно, насекомых. В чем научная ценность данного примера связей

разных ископаемых групп организмов? Он показывает возможный путь поиска ответов на вопросы о становлении биот прошлого, о выявлении путей эволюции разных групп растений. Возможный перенос генов при микробном и вирусном заражении растений мог играть существенную роль в эволюции растительного мира.

Случайная находка микроскопического фрагмента кутикулы с уникальными отпечатками неизвестных структур открывает новые перспективы исследований. Английский поэт и художник рубежа XVII и XVIII вв., яркий представитель философии романтизма Уильям Блейк обратился к людям с призывом: «В одном мгновенье видеть вечность, огромный мир — в зерне песка». Ученые-палеонтологи видят в этих словах особый смысл. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-04-00800а).

Литература

1. Kodrul T.M., Maslova N.P., Tekleva M.V., Golovneva L.B. Platanaceous reproductive structures and leaves from the Cretaceous locality Kundur, Amur Region, Russia // *Palaeobotanist*. 2013. V.62. P.123—148.
2. Wang X. Mesofossils with platanaceous affinity from the Dakota Formation (Cretaceous) in Kansas, USA // *Palaeoworld*. 2008. V.17. P.246—255.
3. Маслова Н.П., Теклева М.В. Соплодия *Friisicarpus sarbaensis* sp. nov. (Platanaceae) из сеноман-турона Западного Казахстана // *Палеонтологический журнал*. 2012. №4. С.98—106.
4. Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // *Палеонтологический журнал*. 2003. №6. С.41—49.
5. Астафьева М.М., Герасименко Л.М., А.Р. Гентнер и др. Ископаемые бактерии и другие микроорганизмы в земных породах и астроматериалах. М., 2011.

Можно ли сохранить Мертвое море, вливая в него посторонние воды?

Л.Я.Кауфман,
кандидат технических наук
Беэр-Шева (Израиль)



В статье «Как сохранить Мертвое море», опубликованной в «Природе» в прошлом году (№8. С.49–53), М.М.Танклевский показывает необходимость оказать этому уникальному водоему неотложную помощь, чтобы его не постигла судьба Аральского моря. В последние 40 лет уровень рассола в Мертвом море неуклонно снижается с интенсивностью, превышающей 1 м в год. Танклевский видит решение проблемы в переброске в Мертвое море частично опресненной воды из Средиземного. Это не единственное предложение такого рода. Например, уже существует соглашение между Израилем, Иорданией и Палестинской автономией о перекачивании из Красного моря 100–120 млн м³ воды. А 26 февраля 2015 г. подписан договор между Израилем и Иорданией о начале прокладки канала между Красным и Мертвым морями.

Не останавливаясь на технических подробностях всех предлагаемых проектов, на преимуществах и недостатках каждого из них, отметим, что все они под сохранением Мертвого моря подразумевают поддержание нынешнего уровня содержащегося в нем рассола или по крайней мере замедление темпа его падения.

Считается, что влияние перебрасываемых вод на состав и концентрацию солей водоема будет несущественным, так как количество поступающей воды незначительно по сравнению с объемом содержащегося в Мертвом море рассола. Это было бы в какой то мере справедливо, если бы перебрасываемая вода равномерно перемешивалась с рассолом. На самом же деле поступающая пресная или океаническая вода как более легкая будет сосредотачиваться наверху, где ее состав существенно изменит поверхностный слой рассола.

До середины прошлого века (вернее до шестидесятых годов) состояние Мертвого моря оставалось относительно стабильным. Площадь его поверхности составляла примерно 1000 км², а водный баланс имел следующий вид: речной сток, равный 1.25 млрд м³/год, занимал более 90%, рассолы выщелачивания и глубинные — 6–7%, атмосферные осадки — 3–4%. Таким образом, общая величина стока составляла $1.389 \cdot 10^9$ м³/год*.

Поскольку Мертвое море — бессточный водоем, и объем содержащихся в нем вод не изменяется, годовое количество испаряемой воды равняется суммарной величине стока, т.е. с 1 км² в год испарялось $1.389 \cdot 10^6$ м³.

Количество солей в Мертвом море увеличивается с глубиной. В поверхностных водах содержится 273.41 г/л, а вблизи дна — 336.15 г/л. Средняя концентрация водоема — 315.04 г/л**.

* Беленицкая Г.А. Происхождение солей, диапиров и рассолов Мертвого моря // Природа. 2013. №8. С.28–37.

** Беленицкая Г.А. Соленосное чудо планеты // Природа. 2013. №6. С.21–32.

Начиная с шестидесятых годов прошлого века отмечается резкое падение уровня Мертвого моря. Правда, колебания его уровня неоднократно происходили и ранее. Так, последний максимум наблюдался в 1929 г., а затем уровень упал на 40 м. Усиление темпов его падения в последние десятилетия объясняются в числе прочего увеличением расхода воды из р.Иордан на сельскохозяйственные нужды, а также использованием морской воды израильскими и иорданскими заводами. В результате южная часть бассейна отделилась от северной и превратилась в искусственный водоем. Общая зеркальная поверхность сократилась до 650 км², причем площадь северного бассейна (в дальнейшем мы будем его рассматривать в качестве всего моря) составляла примерно 550 км².

Каким же представляется водный баланс Мертвого моря на данный момент? Заводы Иорданского юго-восточного бассейна (Arab Potash Corporation) ежегодно потребляют 250–300 млн м³ воды. Израильские заводы в 2011 г. перекачали из северного водоема 448 млн м³ и возвратили 161 млн м³ воды (частично опресненной). Принимая в расчет меньшее значение из указанного выше количества забора воды иорданскими заводами, мы получаем общий ее годовой расход на промышленные нужды примерно 540 млн м³. Как мы уже отмечали, раньше с 1 м² морской поверхности испарялось в год $1.389 \cdot 10^6$ м³ воды. Полагая, что климат за прошедший период значительно не изменился, получим годовой объем испарения с северного бассейна $764 \cdot 10^6$ м³.

Чем же компенсируются эти потери? Основным источником воды ранее служил Иордан. Сейчас же, по оценке экологов, он приносит только $0.13 \cdot 10^9$ м³. Глубинные рассолы и рассолы выщелачивания, а также атмосферные осадки поставляют такое же количество воды, что и прежде. Произведя нехитрые расчеты, получаем, что годовое снижение уровня в Мертвом море должно составлять 1.9 м. Однако реально он падает не более чем на 1.25 м в год. Следовательно, какие-то из принятых нами параметров современного водного баланса ошибочны. Поскольку новые в этом балансе — забор рассола заводами и снижение речного стока, то именно в них и следует искать ошибку. А из них, скорее всего, неверна оценка экологами величины речного стока. Нетрудно рассчитать, что реальному снижению уровня рассолов должен соответствовать речной сток, равный $0.474 \cdot 10^9$ м³.

Возможные последствия «возрождения» Мертвого моря

Почему Каспийское море не опресняется, хотя в него несут свои пресные воды такие крупные реки, как Волга, Урал, Кура, Терек, Эмба? Поступающее в этот водоем количество пресной воды уравновешивается ее количеством, испаряемым с по-

верхности (а испаряется, как известно, только пресная вода). По той же причине не опресняется и Мертвое море, несмотря на воды Иордана, ручьев, подземных источников и атмосферные осадки. В дождливые периоды увеличивается поступление пресной воды, но при этом растет площадь зеркальной поверхности, а вместе с ней и интенсивность испарения. Обратная картина наблюдается в засушливые годы. Заметим, что в периоды наиболее интенсивных атмосферных осадков прибывающая пресная вода не успевает испаряться. Так, изобильные дожди в 1992 г. образовали значительный опресненный слой на поверхности, вынудивший в следующем году заводы Мертвого моря произвести дорогостоящее строительство системы забора морских вод с глубины 40 м, так как прежняя, работающая с малых глубин, поставляла воду с недопустимо низкой концентрацией солей.

Заводы, использующие рассолы Мертвого моря в качестве исходного сырья, сами по себе не нарушают равновесия. Количество поступающей и испаряемой воды по-прежнему одинаково. Концентрация соли в ней практически не изменяется. В результате деятельности заводов уменьшается количество воды в море, понижается ее уровень, уменьшается площадь поверхности. Именно эту проблему хотят разрешить все предлагаемые проекты. Но вот как раз в случае их реализации равновесие резко нарушится. При переброске морской или пресной воды (и ту и другую по сравнению с водой Мертвого моря можно условно рассматривать как пресную) та часть соленой воды, которая потребляется заводами, будет компенсироваться поступающей пресной водой. Таким образом, в Мертвом море появится избыточная пресная вода, которая, как более легкая, будет растекаться по морской поверхности, постепенно опресняя ее. Чтобы не быть голословными, рассмотрим этот процесс более подробно. Введем несколько определений:

— верхний слой Мертвого моря, в котором вследствие волнения, ветра и течения перебрасываемой воды происходит перемешивание поступающей пресной воды с морской, назовем турбулентным;

— под толщиной слоя пресной воды будем понимать подъем уровня Мертвого моря избыточной пресной водой;

— увеличение за единицу времени уровня избыточной пресной воды назовем скоростью изменения слоя пресной воды.

Примем допущение: толщина слоя пресной воды и турбулентного слоя постоянны вдоль всей поверхности.

Мертвое море — спокойный водоем. В нем не бывает каких-либо заметных конвекционных течений и сильных волнений на поверхности, однако вблизи нее возможна некоторая турбулентность.

Обозначим толщину турбулентного слоя H , концентрацию соли в воде Мертвого моря C_0 , концентрацию соли в перебрасываемой воде C_n . За бесконечно малый промежуток времени dt слой прибывающей воды увеличится на величину ds . Тогда за этот промежуток времени в турбулентном слое вследствие смешения содержащегося в нем рассола и переброшенной воды произойдет изменение концентрации солей:

$$dC = -(C - C_n) \cdot ds/H.$$

Интегрируя это выражение в пределах от C_0 до C и учитывая, что $s = vt$, где v — скорость, с которой изменяется слой перебрасываемой воды, получаем зависимость концентрации солей в турбулентном слое от толщины слоя пресной воды s и от времени переброски t :

$$C = C_n + (C_0 - C_n) \cdot e^{-s/H}, \quad (1)$$

$$C = C_n + (C_0 - C_n) \cdot e^{-(v/H)t}, \quad (2)$$

На рис.1 показано, как опресняется турбулентный слой в течение двух лет, если предполо-

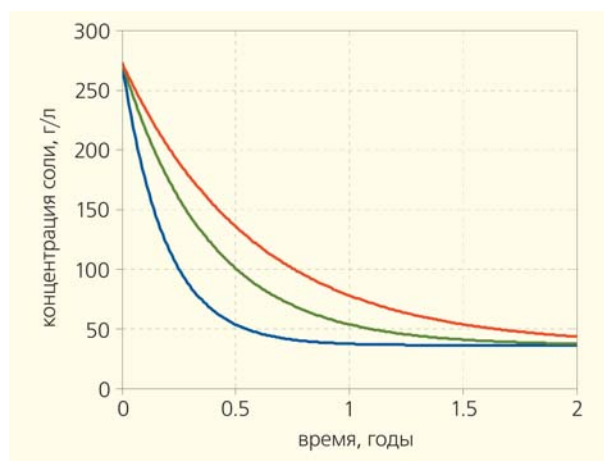
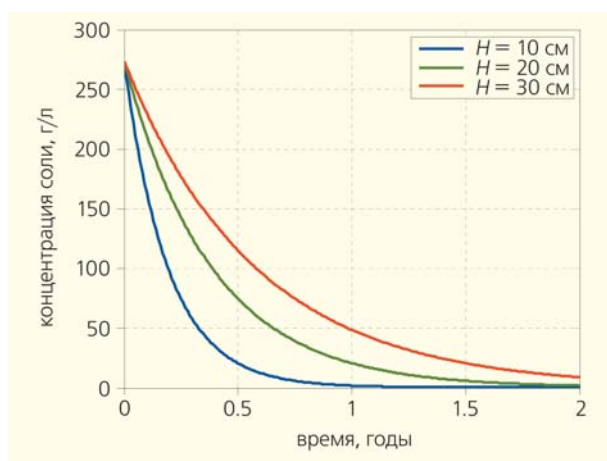


Рис.1. Зависимость опреснения воды в турбулентном слое от времени. Перебрасываемая вода: слева — пресная ($C_n = 0$), справа — океаническая ($C_n = 36$ г/л). H — толщина турбулентного слоя.

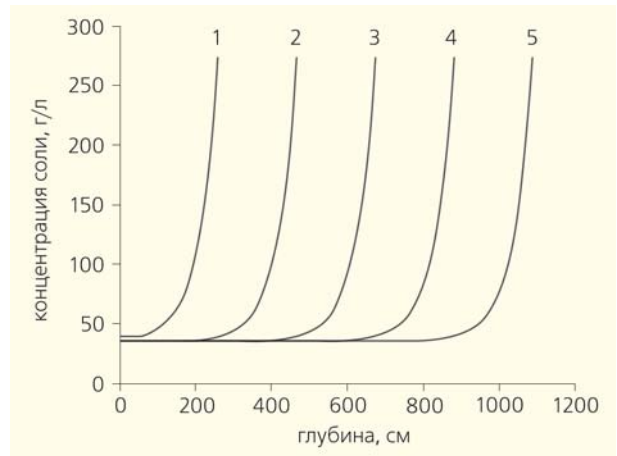
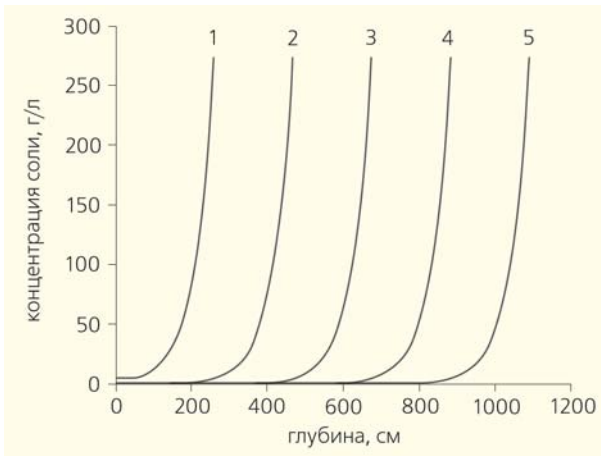


Рис.2. Изменение концентрации соли с глубиной. $C_0 = 273$ г/л, $v = 52$ см/год; $H = 50$ см. Слева — $C_n = 0$, справа — $C_n = 36$ г/л. Кривые соответствуют времени переброски воды в водоем: 1 — 4 года, 2 — 8 лет, ..., 5 — 20 лет.

жить, что в Мертвое море перебрасывается количество воды, достаточное, чтобы поддерживать его нынешний уровень. Поскольку турбулентный слой — поверхностный, концентрация соли в нем $C_0 = 273$ г/л, скорость снижения уровня моря из-за отбора воды заводами $v = 52$ см/год (общее годовое снижение уровня Мертвого моря 1.25 м/год разделено пропорционально количеству потребляемой заводами и испаряемой с поверхности воды), толщина турбулентного слоя $H = 10, 20, 30$ см. Таким образом, уже к концу первого года концентрация солей в турбулентном слое практически не будет отличаться от концентрации в перебрасываемой воде (рис.1).

Турбулентный слой имеет постоянную толщину, а пресная вода в него прибывает непрерывно, и вода с текущими значениями концентрации будет переходить из турбулентного слоя вниз, где ее состав останется постоянным (вернее, он может меняться только в процессе диффузии). Это перемещение происходит с той же скоростью, с какой прибывает избыточная пресная вода, причем впереди находится слой с максимальной концентрацией, а далее (по мере разбавления в турбулентном слое) следуют слои с убывающей концентрацией.

Характер изменения содержания соли по глубине, начиная с нижней границы турбулентного слоя, — зеркальное отражение кривой (1) с переносом начала вдоль оси абсцисс на эту границу:

$$C = C_n + (C_0 - C_n) \cdot e^{-(s_0 - s + H)/H}. \quad (3)$$

Расчет по формуле (3) позволяет получить кривые, описывающие процесс опреснения с глубиной за время переброски избыточной пресной воды в Мертвое море (рис.2). Из рисунка видно, что уже через восемь лет после начала «возрождения» концентрация воды в море практически не будет отличаться от концентрации перебрасываемой воды до глубины 2 м, через 12 лет — до 4.5 м, через 16 лет — до 7м, а через 20 лет — до 9 м.

Объективности ради нужно отметить, что существует процесс, действующий в противоположную сторону. Вследствие диффузии будет происходить проникновение соли из морской воды в опресняемую воду.

Как известно, процесс диффузии описывается уравнением А.Фика:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial s^2}, \quad (4)$$

где D — коэффициент диффузии. Решение уравнения (4) при начальных условиях $C(0, t) = C_0$; $C(s, 0) = 0$ представлено на рис. 3 и 4. На них показано, что диффузия протекает очень медленно. Скорость заполнения водоема избыточной пресной водой существенно превышает направленную в противоположную сторону скорость диффузии, и потому последняя не может значимо влиять на опреснение верхних слоев Мертвого моря.

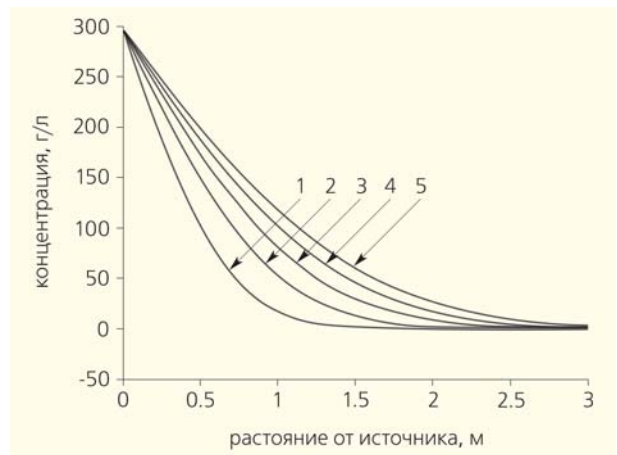


Рис.3. Изменение концентрации соли в растворе вследствие диффузии: через 4 года (кривая 1), 8 лет (кривая 2), 12 (кривая 3), 16 (кривая 4) и 20 (кривая 5) лет.

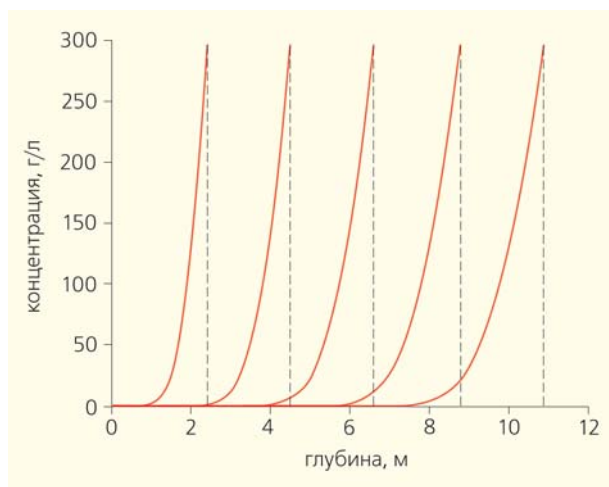


Рис.4. Диффузия соли в перебрасываемую пресную воду. Глубины контакта ее с водой Мертвого моря — через 4, 8, 12, 16, 20 лет — обозначены пунктирными линиями. Соответствующие красные линии показывают степень проникновения соли в пресную воду за указанный промежуток времени.

Поможет ли перемешивание рассола с перебрасываемой водой?

Сторонники «возрождения» Мертвого моря, обосновывая правомерность предлагаемых мероприятий, ссылаются на то, что количество перебрасываемой пресной воды несоизмеримо мало по сравнению с количеством рассола, и ее влияние на состав и качество этого рассола не будет ощущаться. Кроме того, предполагается, что прибывающая вода будет равномерно с ним перемешиваться. На самом деле, как уже отмечалось, поступающая вода взаимодействует лишь с соизмеримым количеством рассола на поверхности, опресняя его. Даже в естественном своем состоянии рассол стратифицирован по концентрации солей. И нет никаких оснований ожидать, что перебрасываемая в него вода будет равномерно распределяться. Наличие вблизи поверхности Мертвого моря пресной (или соленой малой концентрации) воды со временем (и, вероятно, небольшим) изменит его статус. Оно перестанет быть *мертвым*. В таких поверхностных водах появятся сначала микроорганизмы и водоросли, а затем, возможно, и более сложные растительные и животные организмы. Вспомним Черное море, которое мертво на глубинах, превышающих 150–200 м, из-за высокой концентрации сероводорода, а в поверхностных водах обитаемо.

Равномерное перемешивание поступающей пресной воды с рассолом моря возможно только при искусственной турбулизации вод. Насколько мне известно, таких технологий пока нет, а если они и будут разработаны, то потребуют солидных энергетических затрат. В какой-то степени проблему может решить размещенная на дне водоема

система труб с отверстиями, равномерно распределенными вдоль их длины, из которых будет вытекать подаваемая вода. Но и такое решение поможет лишь отчасти. Вытекающая из отверстий пресная вода будет всплывать вверх турбулентным потоком и смешиваться с рассолом, но этот поток лишь частично дополнит происходящее в поверхностном турбулентном слое.

Посмотрим, что произойдет, если удастся разработать технологию, способную равномерно перемешивать рассолы Мертвого моря и пресную поступающую воду. В этом случае все море будет представлять собой турбулентный слой, и происходящее в нем можно рассматривать с помощью выражения (2). Задавая значения: скорости поступления избыточной пресной воды $v = 0.52$ м/год, средней концентрации рассола $C_0 = 315$ г/л, средней глубины моря $H = 175$ м, концентрации соли в подаваемой воде $C_n = 0$ и 36 г/л, получим кривые, показанные черными линиями на рис.5. Как видно на графике, изменение концентрации морских вод происходит значительно медленнее, но все же происходит. Скорее всего, наблюдатель через 50 лет ничего не заметит, так как средняя концентрация солей будет примерно равна нынешней вблизи поверхности. Делать прогноз на более длительный срок не имеет смысла, поскольку неизвестно, продолжат ли работать промышленные предприятия в нынешнем режиме в далеком будущем или в них и вовсе отпадет необходимость. Представленный график иллюстрирует тенденцию изменений, связанных с переброской в Мертвое море пресных и океанических вод.

Надо иметь в виду также, что уменьшение концентрации соли скажется на производительности

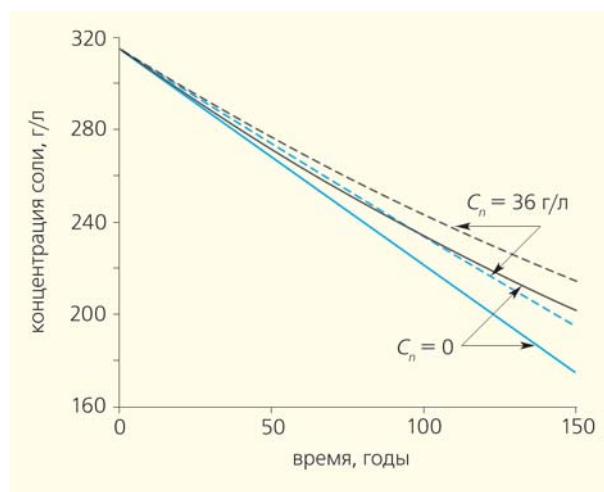


Рис.5. Изменение концентрации солей Мертвого моря из-за переброски в него избыточной пресной (сплошная кривая) и океанической (пунктирная кривая) воды в случае полного перемешивания вод. Синими линиями показаны концентрации с учетом увеличения потребления воды заводами.

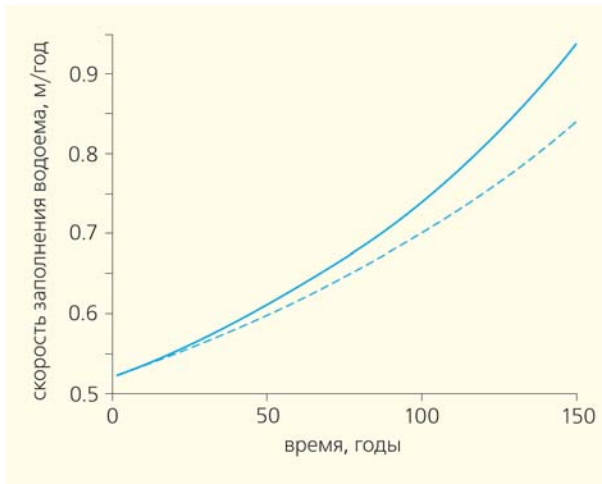


Рис.6. Рост скорости заполнения Мертвого моря перебрасываемой пресной (сплошная линия) и океанической (пунктирная) водой при увеличении потребности заводов из-за снижения концентрации солей в морской воде.

заводов, и они (чтобы обеспечить сохранение объема выпускаемой продукции) вынуждены будут потреблять больше воды. Для поддержания прежнего уровня моря придется увеличивать количество перебрасываемой воды (рис.5, 6).

Возможные мероприятия и их последствия

Можно ничего не предпринимать. В этом случае количество воды в Мертвом море при сохранении ее солевого состава уменьшится, уровень ее будет интенсивно падать, уменьшится и площадь морской поверхности. Все лечебные, туристические функции сохранятся. Промышленные предприятия будут по-прежнему получать необходимое сырье. Все это будет до тех пор, пока море полностью не исчерпается.

Если перебросить в Мертвое море пресную воду, не превышающую количество воды, испаряемой с его поверхности, сценарий останется таким же, но уровень моря будет падать несколько медленнее. Похоже, что подписанное 26 февраля соглашение о прокладке канала между Красным и Мертвым морями реализует именно это мероприятие.

Перекачиванием натуральных или опресненных вод из Средиземного либо Красного моря возможно восстановить и сохранить уровень воды в Мертвом море. Но в этом случае произойдет быстрое (в течение нескольких лет) опреснение поверхностных вод с вероятным появлением

в них органической жизни. Северный водоем перестанет быть мертвым. Лечебная и туристическая инфраструктура смогут по-прежнему функционировать на базе Южного бассейна, если в него перебрасывать воду с большой глубины Северного водоема. Оттуда забирая воду, будут функционировать и промышленные предприятия.

Если перебросить какую-либо морскую воду (натуральную или частично опресненную), применив технологию интенсивного перемешивания, произойдет, хотя и медленное, но зато полное изменение природы Мертвого моря. Изменение концентрации содержащихся в его водах солей сообщится и Южному бассейну, что приведет к угасанию его привлекательности как лечебного и туристического центра. Промышленные предприятия для сохранения производительности должны будут увеличивать забор воды, тем самым ускоряя процесс опреснения водоема. Только в случае закрытия промышленных предприятий Мертвое море может быть полностью восстановлено, в том числе и посредством перекачивания вод.

* * *

Мы рассмотрели лишь одно возможное последствие переброски океанических вод в Мертвое море — его частичное опреснение. Что же касается других возможных отрицательных изменений, которые могут последовать в результате взаимодействия океанических вод с рассолами Мертвого моря, то существует «весьма реальная угроза со стороны вновь поступающих вод в результате неизбежных химических взаимодействий. Эффекты высаливания при смешении рассолов с морскими водами весьма разнообразны и значимы... В любом случае итогом может быть потеря рассолами Мертвого моря их уникальных и высокоценных свойств. Ситуация во многом близка к той, которая возникла во второй половине XX в. в заливе Кара-Богаз-Гол... Не исключено также, что и падение уровня Мертвого моря может оказаться временным. Глубокий выдох недр (спад напряженности) может смениться новым вдохом и привести к подъему дна, а возможно, и всей соленосной системы»*.

Таким образом, очевидно, что принятию решения о подобном «восстановлении» Мертвого моря должно предшествовать тщательное исследование всех возможных его последствий, чтобы в результате предлагаемых мероприятий не получить прямо противоположный результат, а именно безвозвратную гибель уникального водоема. ■

* Беленицкая Г.А. Жизнь соленосных недр Мертвого моря и его аналогов // Природа. 2013. №10. С.42—51.

На островах Токто

В.В.Глушков,
доктор географических наук
Российский университет дружбы народов
Москва



В июле 2013 г. в Сеуле (Республика Корея) состоялся международный семинар по истории географического изучения и картографирования о-вов Токто, расположенных в Японском (или Восточном*) море. Я участвовал в семинаре по приглашению президента Фонда истории Северо-Восточной Азии Ким Хак-чуна в качестве эксперта по территориальным проблемам в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

В рамках семинара на о-ва Токто была организована экспедиция, в состав которой вошли научный сотрудник фонда доктор правоведения Хон Сон-гын**, преподаватель Школы востоковедения Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Москва) южнокореец Чан Бом-сок, переводчица Ли Чжи-су и студентки Ксения Андрищенко, Екатерина Квитко и Герел Минкеева, которые проходили языковую практику в столичном Университете Корё.

На Токто я планировал собрать коллекцию «полевого» материала в виде фотоснимков, видео- и аудиозаписей и, конечно, личных впечатлений. Затем, систематизировав их и соединив с результатами архивных изысканий и теоретических исследований, я собирался, во-первых, рассказать в популярной форме своим соотечественникам об этих малоизвестных, но поистине замечательных островах, а во-вторых — написать обстоятельную монографию по их истории и географии. Ведь, по словам Ким Син-ел — одной из трех постоянных жителей Токто, — мы стали первыми россиянами, посетившими эти острова за последние 160 лет!

* См.: Глушков В.В. Японское (Восточное) море — акватория противоречий // Природа. 2013. №9. С.68—74.

** После нашей экспедиции доктор Хон Сон-гын стал директором престижного Исследовательского института Токто.



Острова Токто.

www.google.com/earth

12 июля мы были на о.Уллындо*, а на следующий день теплоход с нашей экспедицией на борту отошел от причала и направился к Токто. Море оказалось на редкость спокойным. Спустя два с половиной часа показались очертания двух самых крупных островов архипелага — Тондо и Содо. Мы высадились на пристани, расположенной на юго-западе Тондо.

Замечу, что до 2005 г. экскурсии на Токто были невозможны, и объяснялось это экологической угрозой для островов. Поэтому туристические суда в лучшем случае могли причалить к берегу, а то и вовсе предлагали пассажирам любоваться местными красотами с палубы. Когда же выход посетителей на острова разрешили, то их количество не должно было превышать 1880 человек в день (и 470 за один заезд) и далеко не всеми тропинками им разрешалось ходить.

Мы смогли многое увидеть и узнать на Токто. Первое, что мы заметили на берегу, — монументы погибшим рыбакам. Серый бетонный памятник стоит здесь в память о 30 жертвах учебной бомбардировки островов американскими летчиками 30 июня 1948 г. Еще один монумент, из черного камня, установлен в память о крушении судна 8 июня 1950 г. недалеко от берега.

Следующим экспонатом стал оригинальный по форме монумент — пограничный маркер

* См. Глушков В.В. На острове Уллындо // Природа. 2015. №5. С.45—57.



Площадка с государственным флагом Республики Корея, «президентским монументом» и видеокамерой кругового наблюдения.

Фото К.И.Андрюченко



Участники экспедиции на Токто. Слева направо: Ксения Андрюченко, Ли Чжи-су, Чан Бом-сок, Хон Сон-гын, В.В.Глушков, Герел Минкеева, Екатерина Квитко.

Фото Донг Гён-сана



Памятники погибшим корейским рыбакам.

Фото автора



Маяк на о.Тондо.

www.dokdo-takeshima.com/gallery-2

с надписью «Самая восточная точка Республики Корея», воздвигнутый в декабре 1997 г.

С берега вверх ведет крутая деревянная лестница, по которой мы и отправились осматривать Тондо. На одной из его вершин находится площадка, где установлены государственный флаг Республики Корея, массивное сооружение из белого камня с видеокамерой кругового наблюде-

ния, а также охранный знак, или «президентский монумент» (крупный черный камень, воздвигнутый в честь визита на Токто в 2012 г. президента Ли Мён-бака), символизирующий корейский суверенитет над островами Токто.

Мы пробыли на Токто недолго, но казалось, что прошло гораздо больше времени. На островах возникает удивительное ощущение бодрости, прилива жизненных сил и — самое главное — присутствия некоего информационного поля, побуждающего к творчеству и созиданию. Возможно, это и есть та живительная энергия ци, о которой мы слышали на Улльондо.

Через два года я приблизился к завершению первой из поставленных мной задач — на стадии готовности была научно-популярная статья, ниже представленная на суд читателю.

Памятник природного наследия

На японских картах о-ва Токто именуются Такэсима (Бамбуковые о-ва), на географических и навигационных картах европейских стран, в том числе и России, они носят название Скалы Лианкур (Liancourt Rocks) без указания принадлежности какому-либо государству. На картах, изданных в Корее (Северной и Южной), Китае, Франции, Германии, Великобритании и ряде других государств, острова обозначены как южнокорейские или как «находящиеся под контролем Республики Корея» [1].

Токто — архипелаг* вулканического происхождения, который образовался в плиоцене в результате подводных извержений и считается геологическим реликтом. Сначала острова представляли собой монолит, но затем под воздействием ветров и морских волн сформировался их современный облик.

* То, что Токто именно архипелаг, весьма важно, поскольку, согласно международному морскому праву, одинокая скала в море «может считаться ничьей территорией».



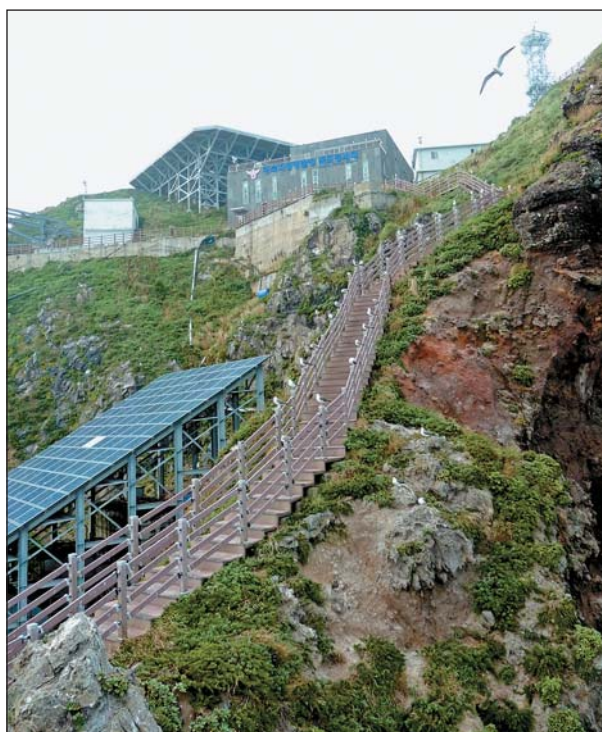
Строгая красота морского пейзажа о-вов Токто. На втором плане — пальцеобразная вершина Танггон и пещера Трех Братьев (с отверстием).

Фото автора

В корейских географических справочниках и путеводителях, изданных до 2012 г., можно найти описание скал Тондо и Содо. Тондо (восточный остров) — это потухший вулкан с сохранившимся чашеобразным кратером. Площадь острова 73 297 м², длина береговой линии 2.8 км, высота над ур.м. 98.6 м. Площадь Содо (западного острова) составляет 88 740 м², береговая линия имеет длину 2.6 км, а высота достигает 168.5 м. Тондо и Содо разделены проливом шириной 151 м, длиной 330 м и глубиной 3—10 м. Кроме двух больших вокруг находятся еще 89 мелких островов и рифов, только самые крупные из которых имеют названия. Общая площадь Токто составляет 187 554 м² [2].

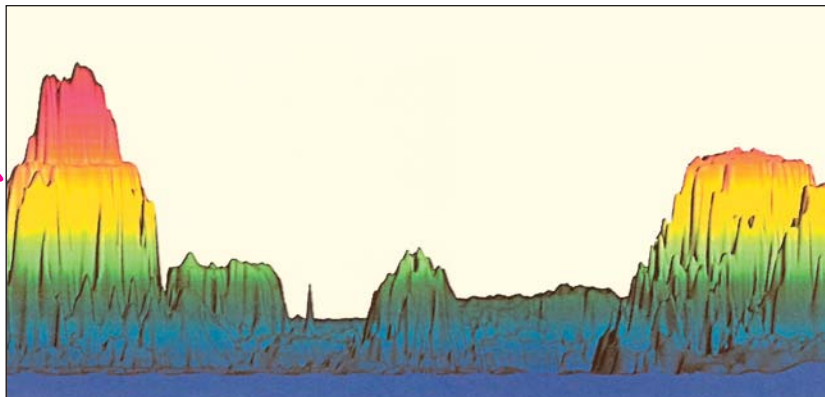
Токто — это вершина подводной горы, высота которой более 2 км, а диаметр у основания около 25 км. Стоит отметить, что подводные части Уллындо и Токто связаны единым геологическим основанием, и это весомый аргумент в пользу корейской принадлежности Токто. Аналогичной связи Токто с ближайшим японским островом Оки нет.

На шельфе вблизи Токто обнаружены значительные запасы потенциального источника при-



Инфраструктура о.Тондо: солнечная батарея (слева) и штаб морской полиции (в центре).

Фото автора



Профиль рельефа дна между островами Уллындо (слева) и Токто [2].

родного газа — газового гидрата (по некоторым оценкам, около 600 млн т, которых может хватить на 30 лет поставок в Республику Корея), а также залежи магнетита и марганца.

Для Токто характерна штормовая погода. Здесь нередки туман, облака и ветер, а также дождь и снег, зимой — метели. Зачастую из-за сильных северо-западных ветров морские суда не могут причалить к островам. Самая низкая температура прибрежной воды (около 10°C) отмечается весной, а максимальная (до 25°C) — в августе.

На Токто насчитывается до 80 видов растений (13 включены в список особо охраняемых), свыше 37 видов насекомых и 107 видов птиц, из которых сокол-сапсан, осоед, черный коршун, хохлатый пыжик и неясый находятся под угрозой исчезновения.

морской окунь и др.), морепродуктами — насчитывается около 160 видов водорослей, 33 вида десятиногих ракообразных, включая креветок, раков-отшельников и крабов. Это многообразие обусловлено тем, что в районе о-вов Токто встречаются теплое Восточно-Корейское и холодное Северо-Корейское морские течения, создающие благоприятные условия для развития фауны.

До 1950-х годов на Токто в изобилии водились морские львы (*Otariinae*). По свидетельству японских военных моряков, побывавших там в 1904—1905 гг., численность львов составляла «десять тысяч»*. По этой причине острова ранее были известны под названием Качжидо — острова Морских Зверей. Японцы, хозяйничавшие в Корее почти полвека, истребляли морских львов — в основном для заготовки кожи. В 1950-х годах эти животные еще встречались на Токто, теперь же исчезли окончательно.

В начале 1970-х на Содо и Тондо были посажены деревья, наличие которых требовалось, чтобы признать Токто островами, а не рифами. В 1982 г. Токто стали национальным памятником природы, а с 2002 г. считаются памятником природного наследия. В перспективе архипелаг планируют превратить в государственный морской и геологический заповедник [3].

Острова Токто — крайняя восточная точка Республики Корея с координатами 37°14'28" с.ш. и 131°52'00" в.д. Официальный почтовый адрес островов



Дом для рыбаков на о.Содо. В первом ряду — постоянные жители Токто Ким Син-ел и Ким Сон-до. Во втором — разработчики веб-сайта о Токто канадцы Р.Салей (слева) и С.Барбер (в центре), а также житель Уллындо Чин Сон.

www.dokdo-takeshima.com/gallery

* Japan's Takeshima X-Files I — Dokdo and Japan's Imperial Navy (<http://www.dokdo-takeshima.com/japans-takeshima-x-files-i.html>).

выглядит так: 799-805, провинция Кёнсан-пукто, уезд Уллын-гун, уездный город Уллын-ып, деревня Токто-ри 1-96 [4].

До начала 1980-х годов постоянных жителей на Токто не было из-за дефицита пищи, топлива и качественной питьевой воды.

В марте 1965 г. с Уллындо на Токто для сбора коллекции морепродуктов прибыл корейский биолог Цой Чон-док. Жилые помещения и прочие сооружения, включая сушилку для морепродуктов, в то время были построены на Содо. В 1981 г. Цой зарегистрировался на Токто и жил там до своей кончины в 1987 г. [5].

В ноябре 1991 г. официальную постоянную прописку на Токто оформили супруги Ким Сон-до и уже упомянутая Ким Син-ел. Позднее там поселился и третий житель — Пхён Бу-гён [5]. Для них и приезжающих сюда рыбаков построен двухэтажный дом. Кроме него на островах находятся помещения для гарнизона морской полиции численностью в 40 человек, оборудовано место для вертолетной площадки, развернуты современные радиолокатор, сейсмическая и метеорологическая станции, солнечная электростанция, вышка сотовой связи [3].

Токто в документах и на картах

Многовековая история о-вов Токто отражена в архивных материалах и на географических картах — официальных документах, нередко используемых в территориальных спорах между государствами-соседями.

Согласно древним летописям, о-ва Токто (в разное время в Корее они назывались Усандо, Чонсандо, Часандо, Самбондо, Качжидо, Тольсом, Токсом, Сокто и др.), принадлежавшие королевству Усангук, в 512 г. вместе с Уллындо были объединены в провинцию Лисабу и вошли в состав раннефеодального корейского государства Силла [6, 7].

Древнейшие изображения Токто в составе Кореи (Чосона) приведены в Географических записях «Исторической хроники короля Сечжона» (1454), в «Обозрении земель Восточного государства» (1481), на «Картах восьми провинций Кореи» (1531, 1644) и в «Новом обозрении земель Восточного государства». На всех этих картах о-ва Токто (в наименованиях того времени), как правило, показаны рядом с Уллындо, но до первой половины XVIII в. не к востоку, а к западу от него [8].

Надо сказать, что качество древних корейских карт было довольно высоким. В 1900 г. российский военный географ и картограф И.И.Стрельбицкий оценивал крупномасштабную старинную карту Кореи так: «Этой туземной картой, представляющей редкую для такой работы правильность и наглядность в изображении рельефа страны, я широко пользовался для выяснения связи горных цепей между разными маршрутами, а так-



Японская «Полная карта восьми провинций Кореи». [9].

же для исправления местных географических названий, записанных во время путешествий по слуху...» [10, с.767].

Подтверждение корейской принадлежности о-вов Токто имеется и в японских картографических источниках. Самый древний из них — «Полная карта восьми провинций Кореи» (1592), составленная по приказу японского военачальника Т.Хидеёси незадолго до вторжения его войск в Корею во время Имчжинской войны 1592—1598 гг. В то время японцы называли острова так: Уллындо — Такэсима, а Токто — Мацусима [7].

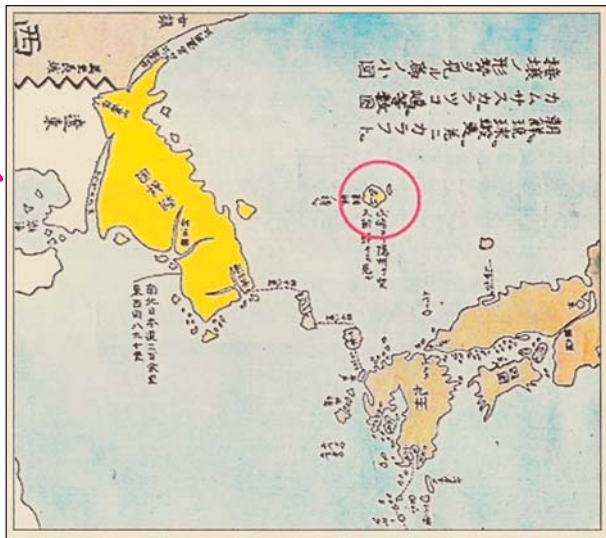
В 1667 г. японские власти официально признали корейскую принадлежность Токто. Это было сделано на основании обстоятельного труда, написанного чиновником Тоёнобу Сайто из Идзумо. В работе утверждалось, что северо-западная граница Японии проходит восточнее Токто, по земле японского острова Окисима (Оки) [11].

В 1691 г. японский ученый-картограф Ю.Исигава составил «Карту морей, гор и земель». На ней Уллындо и Токто показаны с подписью «Хандан» — так японцы тогда называли Корею [12].

Корейский суверенитет над Уллындо и Токто был вновь подтвержден в 1696 г., когда кореец Ан Ён-бок представил генерал-губернатору Оки старинную «Карту восьми провинций Кореи». После этого японским рыбакам запретили вести промысел вблизи островов [12].

В 1785 г. японский картограф С.Хаяси составил «Карту прилегающих трех стран» [7]. Корея на ней показана желтым цветом. Им же обозначены и входящие в ее состав Уллындо и Токто.

Корейская принадлежность Токто отмечена и на старинных европейских картах. Так, в 1715 г. голландский географ Леранд опубликовал «Карту Японской империи» (копию карты Исигавы). На ней острова Уллындо и Токто показаны как корейские. В 1737 г. была издана карта «Королевство



Японская «Карта прилегающих трех стран» [7].

Кореи», составленная французским картографом Ж.Б.д'Анвилем, на которой Уллындю и Токто изображены вблизи восточных берегов Корейского п-ова [1].

В 1821 г. по указанию сёгуната была составлена государственная «Карта вод и земель Великой Японии». Острова Уллындю и Токто, как зарубежные, на ней не значились.

В 1836 г. в Японии за посещение иностранной территории без разрешения был казнен 38-летний торговец Аизуя Хашемон. Он ездил на Уллындю с целью выгодной продажи там контрабандных товаров. Материалы следствия по делу Хашемона до сих пор хранятся в архивах*. Наибольший интерес в них представляет карта, где красным цветом показана территория Кореи вместе с островами Уллындю (Такэсима) и Токто (Мацусима), которые японцы в то время считали корейскими.

Интересно отметить, что издревле известные корейцам и японцам острова в середине XIX в. по очереди «открывались» моряками Нового и Старого Света.

В 1848 г. команда американского китобойного судна «Чероки» обнаружила в море, лежащем между Кореей и Японией, неизвестные скалистые острова. Приблизившись к ним, штурман китобоя определил их координаты. Однако для американцев они так и остались неизвестными и безымянными, поскольку факт их «открытия» нигде зафиксирован не был.

В 1849 г. острова заметил рулевой французского китобойного судна «Лианкур». Французы тоже определили их местоположение и, полагая себя первооткрывателями, дали им название Скалы Лианкур, что и отразили на своих навигационных

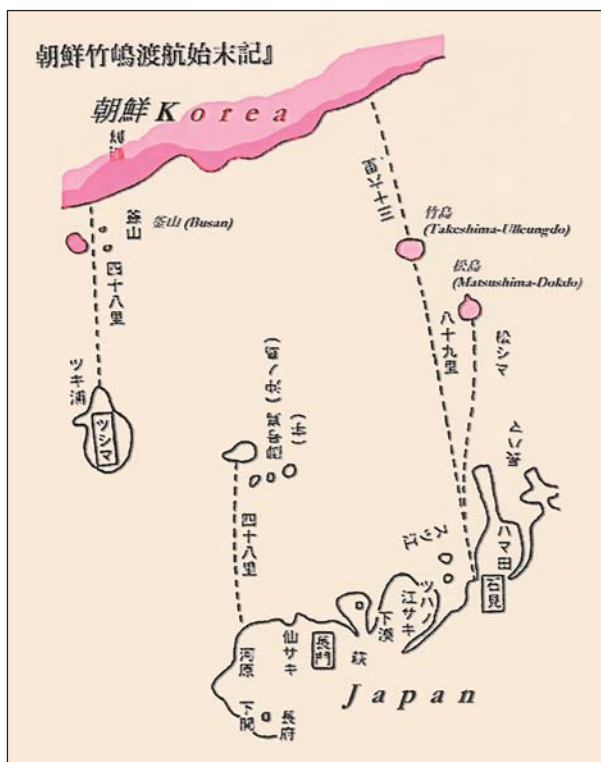
* The Takeshima (Ulleungdo island) incident of 1837 (www.dokdo-takeshima.com/the-takeshima-incident-of-1837.html).

картах. Это название со временем было использовано и другими государствами.

Весной 1854 г. к островам подошел русский корвет «Оливуца» (бывший «Менелай») под командованием капитан-лейтенанта Н.Н.Назимова (младшего). Моряки высадились на сушу для описания и топографической съемки. В отчете Гидрографического департамента Морского министерства России за 1854 г. сообщалось: «Две высоких надводных скалы, покрытые белым пометом морских птиц и поэтому примечательные со значительного расстояния, открыты корветом «Оливуца» в широте 37°14' с.ш. и долготе 131°57' в.д. и названы камнями Менелай и Оливуца. Они находятся отдельно и довольно далеко от ближайших островов... на самом перепутье судов, идущих к северу по Японскому морю...» [13, с.34].

Три года спустя в России была издана «Карта восточного побережья полуострова Кореи», на которой эти острова архипелага Токто именовались Менелай и Оливуца. Их принадлежность, судя по названию карты, сомнению не подлежала. Более того, современные южнокорейские ученые утверждают, что российская карта стала первой из «западных», где Токто были показаны однозначно корейскими. К карте прилагались рисунки с изображениями островов, выполненные с расстояний в 26,0, 9,3 и 6,5 км**.

** 1857 Russian navy map shows Dokdo as Korean territory (www.dokdo-takeshima.com/1857-russian-navy-map.html).



Карта из следственного дела Аизуя Хашемона.

В 1855 г. о-ва Токто «открыла» английская эскадра. На вышедшей спустя два года карте они получили название Скалы Хорнет (Hornet Rocks) — в честь винтового корвета «Хорнет» из состава эскадры.

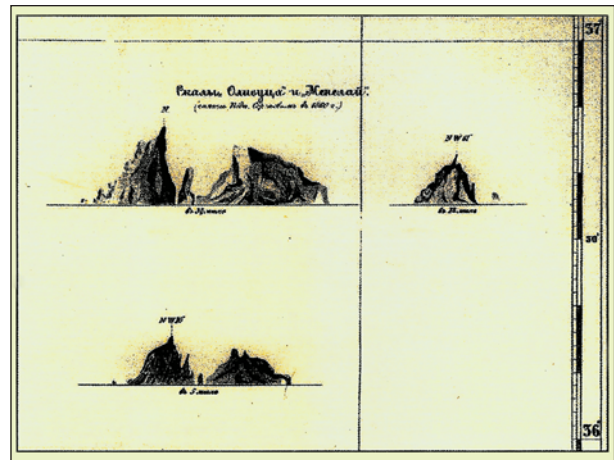
После крупных политических и экономических реформ в Японии, известных как Реставрация Мэйдзи (1868), новое правительство рассмотрело вопрос об островах Уллындо и Токто и также пришло к выводу об их принадлежности Корею. Это нашло отражение в официальном правительственном документе 1869 г. [12] и в японской дипломатической ноте 1870 г. [14].

В 1875 г. в штабе японской армии была составлена «Полная карта Чосона» с показом корейских островов, в том числе Уллындо и Токто. Через год в штабе военно-морского флота на основе российской карты 1857 г. создана «Карта Восточного побережья Чосона» («Чосен токайгандзу»), которую позже выпустили и в России. Вскоре Департамент внутренних дел Японии издал приказ, обязывающий каждую японскую префектуру иметь административную карту своей территории. Для составления такой карты власти префектуры Симанэ отправили в департамент запрос о принадлежности Уллындо и Токто, который был передан на рассмотрение премьер-министру. Тот подтвердил, что острова — территория Кореи, и распорядился сообщить об этом в Симанэ официальным уведомлением от 9 апреля 1877 г., а «другим ведомствам» — специальной инструкцией [14].

В 1883 г. Гидрографическое управление японского Министерства военно-морского флота выпустило сборник «Территориальные гидрографические хроники». В его втором томе, названном «Общая ситуация государства Чосон», содержалась информация о Токто — корейской территории. В 1887 г. в том же управлении повторно издали «Карту Восточного побережья Чосона», а в 1899 г. вышло в свет «Описание берегов Чосона». Во всех этих документах о-ва Токто по-прежнему считались корейскими [4].

В октябре 1900 г. был издан указ №41 корейского императора Кочжона о реструктуризации системы административного управления Уллындо и Токто. Согласно указу, Токто (названные Сокто — Каменные о-ва) вошли в состав уезда Ульдогун.

В январе 1903 г. японская организация «Общество черного дракона» («Кокурюкай») опубликовала руководство для рыбаков, в котором было отмечено, что Такэсима (Токто), которые «в ясный день можно видеть с высоких горных вершин острова Уллындо», находятся под



Рисунки островов Менелай и Оливуца на российской «Карте восточного побережья полуострова Кореи».

юрисдикцией провинции Канвондо Великой Корейской империи [7]. В том же году «изыскательский отдел армии и военно-морского флота» Военного министерства Японии издал карту восточной части Азии, где острова Уллындо и Токто все еще были показаны как корейские*.

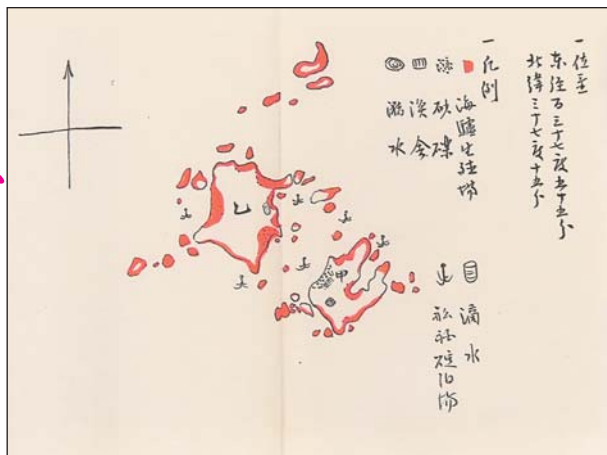
Японская оккупация Токто

8 февраля 1904 г. началась Русско-японская война. 25 сентября японский крейсер «Ниитака» подошел к Токто с целью рекогносцировки и выбора

* A 1903 Japanese war map shows Dokdo — Takeshima as Korean (<http://www.dokdo-takeshima.com/a-1903-japanese-war-map-shows-dokdo-takeshima-as-korean.html>).



Карта провинции Канвондо, 1890 г. [6].



Карта островов Рьянко (Токто) из письма Накаи Ёсабуро.
www.dokdo-takeshima.com/japans-illegal-1905-annexation-of-dokdo.html

места для постройки наблюдательной башни. Как следует из корабельного журнала, для этого могла бы подойти плоская вершина восточного острова.

29 сентября японский предприниматель Накаи Ёсабуро, «поправляющий свое состояние за счет охоты на морских львов», обратился с письмом к правительству о целесообразности присоединения к Японии «ничьих, но ценных с точки зрения охоты и рыболовства» островов, которые рыбаки называли Рьянко. К письму он приложил карту.

Ответ на письмо Ёсабуро подписал высокопоставленный сотрудник Министерства иностранных дел Ямадза Ендзио. Он отмечал, что «включение [упомянутых островов в состав Японии] актуально особенно в нынешних условиях... Необходимо и целесообразно построить наблюдательные башни и установить беспроводную связь или подводные кабели и... следить за действиями вражеских боевых кораблей...»*.

13 ноября командир японского крейсера «Цусима» лейтенант Саедо Такитару получил от командования конфиденциальную инструкцию №276, в которой предписывалось выполнить тщательное обследование островов, именуемых в японских военно-морских документах Лианкур. Крейсер подошел к островам 20 ноября и три часа находился в их прибрежных водах. За это время моряки нашли два подходящих места для установки башен, четыре источника пресной воды и развалины хижины на большом западном острове. К рапорту, составленному по результатам обследования, была приложена карта-схема рекогносцировки.

10 января 1905 г. министр иностранных дел Японии Ёсикава Акимаса направил премьер-министру Кацура Таро письмо о «принадлежности

необитаемых островов Лианкур», в котором предлагал создать правительство для решения вопроса об их присоединении к Японии**. И уже 28 января кабинет министров решил включить Лианкур как «необитаемые острова... не имеющие признаков принадлежности другой стране... в состав префектуры Симанэ под названием Такэсима». В итоговом документе говорилось: «Согласно международному закону о первичной оккупации, проживание на [этих] островах Накаи Ёсабуро является доказательством японской юрисдикции...» [12, с.22].

Согласно извещению №40 префектуры Симанэ, 22 февраля корейские о-ва Токто, именуемые Такэсима, были переданы под юрисдикцию правителя о.Оки, а 17 мая включены в земельный кадастр Симанэ как государственная собственность. В извещении говорилось, что «действия Японии по присвоению необитаемой земли были проведены в соответствии с международными законами...». Между тем никаких доказательств того, что присвоение Токто было сделано публично, т.е. в масштабе мирового сообщества, до сих пор не обнаружено. Более того, южнокорейские ученые утверждают, что извещение №40 представляло собой «циркуляр для узкого круга людей», игнорировавший известное положение международного права о том, что в состав государства могут быть включены только территории свободные и не относящиеся к собственности других стран [8].

Разумеется, корейский император Кочжон и его правительство о решении японского кабинета министров уведомлены не были и, конечно, согласие на эту аннексию не давали. Такое присвоение чужой территории явно противоречило действующим нормам международного права.

13 июня на острова прибыл японский крейсер «Хашидате» под командованием Хукуи Масауши. На берег сошли инженеры и строители, которые окончательно утвердили место для постройки башни — на скалах восточного острова. К рапорту командира крейсера были приложены рисунки островов, а также материалы топографической съемки. Строительство башни началось 25 июля, 19 августа (за полмесяца до окончания войны) она вступила в действие, а 24 октября была разобрана [4]. К 9 ноября закончилась прокладка подводного телеграфного кабеля по линии Чукпён—Уллындо—Токто—Мацуяма***.

О присоединении Токто к Японии в Корею стало известно только год спустя (28 марта 1906 г.) от японских чиновников из Симанэ, посетивших Уллындо. В ответ на это 20 мая министр Государственного совета Великой Корейской империи Пак Че-сун сообщил: «Слухи о том,

* Japan's illegal 1905 annexation of Dokdo island (www.dokdo-takeshima.com/japans-illegal-1905-annexation-of-dokdo.html).

** Japan's illegal 1905 annexation of Dokdo island (www.dokdo-takeshima.com/japans-illegal-1905-annexation-of-dokdo.html).

*** История захвата Токто: Дневник оккупации Токто (www.dokdohistory.com/?stype=5&sid=198).

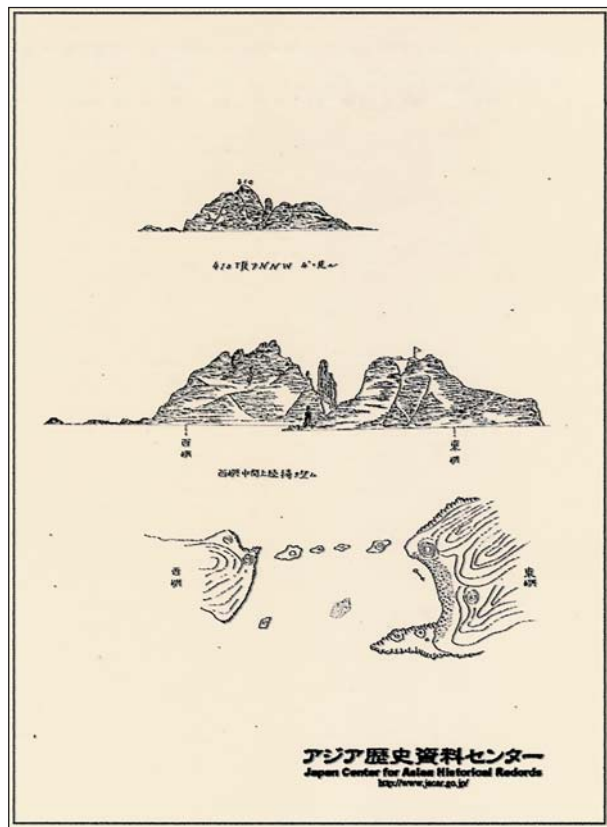
что Япония включила Токто в состав своей территории, не имеют абсолютно никаких оснований...» [4, с.39].

Интересно заметить, что само включение островов в состав Японии — впервые за всю ее историю — еще одно подтверждение того, что они никогда ей не принадлежали.

После окончания Русско-японской войны Токто иногда использовались японскими рыбаками и охотниками для временных якорных стоянок. Постоянных жителей на островах по-прежнему не было. В августе 1940 г. военно-морское командование разместило здесь небольшое подразделение для маячной службы и наблюдения за окружающим пространством.

Расстаться с Токто (как, впрочем, и с другими завоеванными территориями) Японии пришлось после окончания Второй мировой войны. В Акте о полной и безоговорочной капитуляции Японии от 2 сентября 1945 г. ей предписывалось отказаться от претензий на какие-либо острова, «не находящиеся под ее контролем в момент подписания акта...»*.

* Проблема «южных территорий» Японии (www.gazeta.ru/2003/01/09/vrezterritor.shtml).



Результаты топографической съемки островов Лианкур (Токто) 13 июня 1905 г.

www.dokdo-takeshima.com/japans-military-land-appropriation-dokdo-2.html

Острова Токто — корейская территория

Как известно, границы современной Японии установлены и закреплены международными актами: Каирской декларацией (1943), Ялтинским соглашением (1945), Актом о капитуляции Японии (1945), Потсдамской декларацией (1945) и Сан-Францисским мирным договором (1951). Согласно этим документам, Япония признана агрессором и наказана за это, в том числе территориально. Так, Каирская декларация предписывала союзникам (США, Великобритании и Китаю) «покарать Японию за агрессию... и изгнать ее со всех... территорий, которые она захватила с помощью силы или в результате своей алчности...» [15, с.105]. Потсдамская декларация ограничивала послевоенную территорию Японии четырьмя главными островами (Хоккайдо, Хонсю, Сикоку, Кюсю) и другими, меньшими, которые определялись победившими ее союзниками.

В соответствии с перечисленными документами, а также разработанной на их основе директивой Штаба союзных сил №667 от 29 января 1946 г. Корею были возвращены ранее принадлежавшие ей территории: Корейский п-ов, а также острова Чечжудо, Уллындо и Токто. Другие небольшие корейские острова (которых насчитывалось около 3,5 тыс.) в директиве перечислять не стали, поскольку они вошли в районы административной юрисдикции Кореи и были показаны на карте, используемой союзными войсками с 1946 г. [7].

Несмотря на это, вскоре после окончания Второй мировой войны Япония выступила с территориальными претензиями к Корею. В 1947 г. ее представители обратились с просьбой к правительству США признать о-ва Такэсима (Токто) частью Японии. Это ходатайство было отклонено на основании Акта о капитуляции и директивы №677.

После образования 15 августа 1948 г. Республики Корея представители военного командования США передали ей всю полноту власти, которая распространялась на территорию страны, включая острова [12]. Именно тогда Токто получили почтовый адрес [3].

В 1950 г. представители ООН и командования военно-воздушных сил США Тихоокеанского региона определили зону идентификации защиты воздушного пространства Южной Кореи (действующую до сих пор), куда входят и о-ва Токто [1]. В том же году, в период подготовки к Сан-Францисской конференции, с участием Японии было подписано «Соглашение относительно расположения бывших японских территорий». В нем говорилось, что Корейский п-ов и все острова, в том числе Токто, возвращаются Корею [1]. В 1951 г. британские военные картографы опубликовали карту, на которой красной полосой была отмечена морская граница Японии, а о-ва Токто показаны в составе Республики Корея и обозначены зеленым.

Однако Япония, воспользовавшись обострением международной обстановки в условиях начавшихся холодной и Корейской (1950—1953) войн, а также поддержкой США, искавших надежного союзника в Азиатско-Тихоокеанском регионе, все же смогла оказать давление на разработчиков Сан-Францисского мирного договора. В результате в его окончательном тексте было записано, что «Япония, признавая независимость Кореи, отказывается от всех прав, правооснований и претензий на Корею, включая острова Квельпарт, Порт Гамильтон и Дажелет*». Упоминание же Токто (как и многих других островов) было снято [7]. В результате после подписания договора статус Токто, по мнению некоторых политиков и ученых, оказался неопределенным.

Конечно, факт неупоминания в договоре о-вов Токто не служит основанием для их изъятия из состава Республики Корея и передачи Японии, а вступление в силу Сан-Францисского договора вовсе не отменяет положения других документов, декларирующих изъятие этих корейских островов из юрисдикции Японии, если это специально в нем не оговорено. Ни в тексте самого договора, подписанного 8 сентября 1951 г. 48 государствами, ни в ратификационной грамоте к нему от 28 апреля 1952 г. каких-либо разъяснений по этому поводу не приводится.

В июле 1952 г. президент Южной Кореи Ли Сын-ман установил 60-мильную «линию мира», в соответствии с которой Токто становились неприкосновенными для японцев. Тем не менее в разгар Корейской войны японцы высадились на Токто и объявили их своей территорией. 20 апреля 1953 г. 33 молодых добровольца с Уллындю отправились на Токто, ликвидировали там все следы пребывания японцев, установили свои национальные знаки и приступили к охране и обороне островов. 30 декабря 1956 г. их сменил специальный отряд, а позже — подразделение морской полиции [4].

25 сентября 1954 г. японское правительство предложило Республике Корея обратиться в Международный суд ООН по вопросу спора о Токто. Южнокорейское правительство отказалось сделать это, а по международным нормам, как известно, без согласия одной из сторон такой суд состояться не может.

С середины 1950-х годов вопрос о принадлежности островов долго не поднимался. В 1965 г., во время подписания Договора об установлении дипломатических отношений, японское правительство попыталось внести в него пункт о взаимном признании территориального спора вокруг островов. Сеул это предложение отверг.

Впоследствии Республика Корея и Япония, дабы не создавать излишней напряженности в отношениях, старались не касаться этой проблемы.

* Корейские названия островов — Чечжудо, Комундо и Уллындю.

В 1995 г. на Тондо началось строительство причала для маломерных судов, маяка и других портовых сооружений, что привело к новому обострению спора между Сеулом и Токио: в феврале 1996 г. министр иностранных дел Японии Юкихико Икэда выступил по телевидению с заявлением, что Токто — часть Японии. Вскоре южнокорейское правительство провело крупномасштабные военно-морские учения вблизи островов, а внешнеполитическое ведомство сообщило, что мероприятия по обустройству Токто — внутреннее дело их страны, так как острова принадлежат ей исторически и по международному праву.

Вскоре Япония и Республика Корея ратифицировали подписанную ими ранее Конвенцию ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 г., позволяющую прибрежным государствам устанавливать исключительную 200-мильную экономическую зону. Но, как оказалось, экономические зоны двух стран перекрываются, и вопрос об окончательном разграничении морской акватории остался открытым.

Упомянутая ратификация позволила Японии выдвинуть дополнительные аргументы в своих притязаниях на Токто**. В ответ южнокорейское правительство установило вокруг островов 12-мильную пограничную зону, в пределы которой иностранные суда не допускались***.

В 1999 г. был заключен корейско-японский договор о рыболовстве (прибрежные воды Токто снова оказались в спорной зоне), после которого территориальные притязания Японии опять усилились [12].

23 февраля 2005 г. на пресс-конференции в Сеуле японский посол Тосиюки Такано провозгласил, что Токто исторически и географически принадлежат Японии [1], а 16 марта Законодательное собрание префектуры Симанэ объявило 22 февраля Днем борьбы за острова Такэсима (Днем Такэсима), незаконно оккупированных корейцами.

23 марта 2005 г. президент Южной Кореи Но Му-хён в обращении к народу сказал, что «будет жестко противостоять попыткам Японии изказать историю двусторонних отношений» и что его страна «никогда не сдастся и не пойдет на уступки, какова бы ни была цена...» [1, с.47].

В поддержку позиции своего правительства министр иностранных дел и внешней торговли Республики Корея, нынешний Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун, отменил запланированный визит в Японию и заявил, что его страна готова настаивать на суверенитете над Токто, даже если это приведет к ухудшению отношений с Японией.

После учреждения японскими властями Дня Такэсима по всей Корее (Северной и Южной) прошли демонстрации протеста, ведь 22 февраля

** *Забровская Л.В.* Токто: решение вопроса должно быть отложено на будущее (<http://www.infoshos.ru/ru/?idn=1598>).

*** *Why Japan can't have Dokdo — Takeshima Part I* (www.dokdo-takeshima.com/why-japan-cant-have-dokdo-i.html).

1905 г. считается там днем начала колонизации когда-то единой страны. Несмотря на это, власти Симанэ в 2006 г. утвердили план проведения нового праздника. В ответ законодательное собрание южнокорейской провинции Кёнсан-пукто приняло решение о разрыве побратимских отношений с Симанэ, а государственные средства массовой информации получили указание называть японский остров Цусима только по-корейски — Тэмадо.

В апреле 2006 г. правительство Японии намеревалось направить к Токто два судна береговой охраны для проведения гидрографических работ, что вновь вызвало возмущение корейцев. В декабре того же года, когда японские националисты начали особенно настойчиво говорить о территориальных претензиях, 609 южнокорейских хозяйств общей численностью 2043 человека официально зарегистрировались на Токто [5].

В 2007 г. в Японии были изданы географические карты, где о-ва Токто оказались в составе префектуры Симанэ*. В июле 2008 г. Министерство просвещения и науки Японии обязало учителей средних школ напоминать учащимся о претензиях страны на Токто. В ответ южнокорейское правительство отозвало из Токио своего посла, а президент Ли Мён-бак распорядился «принять жесткие меры». Министерство иностранных дел и внешней торговли Республики Корея создало рабочую группу, главной задачей которой стало противостояние территориальным притязаниям Японии и отстаивание суверенитета Токто.

В ноябре 2011 г. более сотни японцев прописались для постоянного жительства на Токто как на своей территории, что, в свою очередь, вызвало возмущение корейской стороны**.

10 августа 2012 г. Ли Мён-бак лично посетил Токто. В память об этом событии здесь установлен монумент — «символ корейского суверенитета»***. После этого министр иностранных дел Японии Коитиро Гэмба выразил официальный протест послу Южной Кореи Син Гак-су. Посол же ответил, что не видит в том визите проблемы, поскольку президент посетил территорию своей страны.

Вскоре после визита Ли Мён-бака на Токто в Токио состоялось совещание по вопросу о спорных островах, на котором премьер-министр Есихидо Нода потребовал принять дополнительные меры по разрешению конфликта, в том числе ввести экономические санкции по отношению к своему западному соседу.

Настойчивые притязания японского правительства на о-ва Токто возрождают болезненные воспоминания корейцев об их колониальном прошлом. Территориальный спор между двумя странами продолжается до сих пор, но Республика Корея не исключает возможности «сотрудничать с Японией на основе правильного понимания истории, чтобы открыть эпоху мира и процветания для региона Северо-Восточной Азии в XXI веке...» [4]. ■

* Why Japan can't have Dokdo — Takeshima Part I (www.dokdo-takeshima.com/why-japan-cant-have-dokdo-i.html).

** Героев З. Спорные острова Токто (<http://onekorea.ru/2012/10/31/spornye-ostrova-tokto>).

*** <http://topwar.ru/17935>

Литература

1. Золотов Е.У. К вопросу о ситуации вокруг острова Токто // Проблемы Дальнего Востока. 2006. №5. С.42—43.
2. Natural heritage of Korea, Dokdo. Daejon, 2009.
3. Dokdo. Korean territory since the 6th century. Seoul, 2012.
4. История Токто. Сеул, 2012.
5. Dokdo a beautiful island of Korea. Gyeongsangbuk-do, 2012.
6. *Jin-mieung* L.I. Dokdo: a Korean island rediscovered. Seoul, 2010.
7. Ким Ё.Г. Почему не утихает территориальный спор относительно острова Токто // Koreana. 2005. Т.1. №1. С.14—19.
8. Музей Токто: Путеводитель. Тодон-ри, 2012.
9. Dokdo in the eyes of the world. International media and scholars discuss the history of Dokdo. Seoul, 2006.
10. Русско-японская война 1904—1905 гг. Т.1: События на Дальнем Востоке, предшествовавшие войне, и подготовка к этой войне. СПб., 1910.
11. Research history on Korean possession of Docdo. V.1. Seul, 1988.
12. Ли Ч. Проблема острова Токто с позиции норм международного права // Koreana. 2005. Т.1. №1.
13. Отчет директора Гидрографического департамента // Морской сборник. 1855. Т.XIV. №1.
14. A story of Docdo island, a Korea territory. Seul, 2011.
15. Сборник действующих договоров, соглашений и конвенций, заключенных СССР с иностранными государствами. Вып.XI. М., 1958.

В.П.Амалицкий и А.П.Амалицкая: у истоков палеонтологии позвоночных в России

Времена и люди

А.Г.Сенников,

кандидат биологических наук

Е.А.Сенникова

Палеонтологический институт им.А.А.Борисяка РАН
Москва

В истории любой науки почетное место занимают имена ее основоположников — ученых, которые первыми совершили выдающиеся открытия, положили основание и определили направления будущих исследований в новой области знания. Для наук об истории Земли и жизни на ней такими первопроходцами были Владимир Прохорович и Анна Петровна Амалицкие, стоявшие у истоков палеонтологии позвоночных в России.

Выбор призвания

Владимир Амалицкий родился в 1859 г. (по иным данным — в 1860 г.) в Волынской губернии в русско-польской дворянской семье. Его ранние детские годы прошли в г.Мстиславле Могилевской губернии. Затем он переехал к своему дяде в Санкт-Петербург, где и окончил гимназию [1—4]. В 1879 г. Владимир Прохорович поступил на физико-математический факультет Императорского Санкт-Петербургского университета. В студенческие годы Амалицкий серьезно увлекся геологией, с которой и связал весь свой дальнейший жизненный путь. После окончания учебы в 1883 г. он был оставлен при кафедре в Санкт-Петербургском университете для подготовки к профессорскому званию, в 1886-м назначен хранителем Геологического кабинета, а в 1887 г. защитил магистерскую диссертацию и затем в должности приват-доцента читал курс лекций по палеонтологии [2].



Владимир Прохорович и Анна Петровна Амалицкие.

Здесь и далее фото (кроме специально указанных) предоставлены Палеонтологическим институтом им.А.А.Борисяка РАН

В начале своей работы в университете Владимир Прохорович получил от профессора В.В.Докучаева, выдающегося геолога и основателя новой науки — почвоведения, предложение участвовать в руководимой им большой экспедиции по исследованию земель Нижегородской губернии. Эта экспедиция стала весьма серьезной школой полевых геологических исследований, сыграв решающую роль в раскрытии научных талантов и незаурядных способностей Амалицкого, в формировании его как геолога и палеонтолога. Владимиру Прохоровичу было поручено изучение Горбатовского уезда, а затем и всей территории губернии. Экспедиция была организована по заданию Нижегородского земства для чисто практической цели — оценки земель губернии. Поэтому задачей Докучаева и его сотрудников были почвенные исследования с по-

путным геологическим изучением края. Если другие участники экспедиции занялись преимущественно описанием почв, то Амалицкий основное внимание уделил геологическому строению обследуемой территории и остаткам вымерших организмов, обнаруженных им в пестроцветных континентальных пермотриасовых отложениях. Результаты оказались блестящими. Напомним, что континентальные отложения беднее окаменелостями, чем морские, поэтому мощная толща пестроцветных глин, песков и мергелей Европейской России до конца XIX в. считалась «немой»*, «безжизненной». Достоверно определить ее возраст по единичным, изолированным и фрагментарным находкам ископаемых остатков растений и животных, случайно сделанным горными инженерами и геологами, было невозможно, поэтому выделялся нерасчлененный пермотриас, или «ярус пестрых мергелей», что и было отражено на геологических картах того времени. Владимир Прохорович впервые нашел в этих отложениях множество раковин пресноводных двустворчатых моллюсков антракозид, чешую рыб, кости тетрапод («стегоцефалов» и звероящеров) и тем самым опроверг устоявшееся мнение об их безжизненности. На основании изучения найденных окаменелостей, в первую очередь антракозид, и сопоставления находок с фаунами других континентов он отнес изученные отложения к пермской системе. Амалицкий впервые расчленил пермские отложения по палеонтологическим и геологическим данным на ряд последовательных горизонтов, которые и до сих пор остаются основой стратиграфических подразделений как данного региона, так и всей Европейской России. Результатом этих исследований стала публикация нескольких монографий и защита магистерской диссертации на тему «Отложения пермской системы Окско-Волжского бассейна». Уже эти первые открытия совсем молодого начинающего ученого стали важнейшей вехой в изучении континентального пермотриаса и зарекомендовали его как талантливого, проницательного исследователя. Работа в экспедиции Докучаева предопределила область интересов Владимира Прохоровича — ею стала геология и палеонтология верхнепалеозойских и в особенности пермских отложений России. Целью всей его жизни стало решение сложной, но увлекательной задачи — приоткрыть завесу тайны над картиной жизни древних континентов, этим «забытым участком геологии».

Начало совместного пути

1890 год ознаменовался важными событиями в жизни Амалицкого — он женился на Анне Петровне Курдюмовой и переехал из Санкт-Петербурга

в Варшаву, куда его пригласили на должность профессора кафедры геологии Императорского Варшавского университета. Анна Петровна родилась в 1868 г. в г.Павловске Санкт-Петербургской губернии и была на восемь лет младше мужа. Она получила образование в рисовальной школе Общества поощрения художеств в Петербурге, а в 1888 г. поступила на отделение иностранной литературы Бестужевских высших курсов, но не закончила их, так как вышла замуж. Трудно переоценить важность союза этих двух людей для понимания того, что они смогли сделать вместе в дальнейшей жизни. Анна Петровна стала неизменным помощником и сотрудником Владимира Прохоровича в его научной работе и в экспедиционных исследованиях. Таланты, энергия и устремления супругов гармонично, взаимодополняясь объединились, и все дальнейшие открытия и достижения с полным правом следует считать плодами их совместных усилий. С первых лет замужества Анна Петровна помогает мужу в монографической обработке антракозид и других ископаемых как в России, так и за рубежом, вместе с ним работает в музеях, делает слепки и зарисовки**. Вскоре Амалицкая сама стала квалифицированным научным работником, одной из первых русских женщин-геологов и палеонтологов [5].

В 1891 г. Владимир Прохорович с Анной Петровной посетили естественноисторические музеи Германии и Австрии, где он продолжил изучение пермских пресноводных двустворчатых моллюсков и впервые отметил наибольшее сходство русских форм с таковыми из формации Карру в Южной Африке, а не с западноевропейскими. Результатом этих исследований стала защита Амалицким в 1892 г. в Санкт-Петербургском университете докторской диссертации «Материалы к познанию фауны пермской системы России». Важнейшим ее выводом было основанное на данных геологии и палеонтологии утверждение о сходстве верхнепермских отложений и их фауны в России и в Южной Африке. «Это обстоятельство привело к предположению, что сходство не может ограничиться только двустворчатыми моллюсками и должно распространиться и на остальной органический мир, т.е. на растения и животных, находимых в Южной Африке» [6, с.73]. Следует отметить, что Южная Африка и другие южные континенты составляли в позднепермскую геологическую эпоху суперконтинент Гондвану. В их верхнепермских отложениях были к концу XIX в. найдены ископаемые остатки представителей богатой и необычной фауны зверообразных рептилий и парейазавров, а также глоссоптериевой флоры, совсем не похожие на одновозрастные из Западной Европы и Северной Америки. Следовательно, в конце палеозоя это были разные биогеографические области.

* В геологии «немыми» называются отложения, не содержащие окаменелости.

** Православлев П.А. Памяти А.П.Амалицкой // Природа. 1940. №2. С.110—112.

На поиски гондванских ящеров

Для дальнейших изысканий в этом направлении Владимир Прохорович с Анной Петровной в 1894 г. выехали в Англию, где в Британском музее естественной истории и в Лондонском геологическом обществе они ознакомились с коллекциями ископаемых из верхней перми Индии и Африки. Их изучение окончательно подтвердило предположение Амалицкого о близости (если не тождественности) верхнепермских континентальных отложений, флоры и фауны Восточной Европы и южных, гондванских континентов. Более того, это сходство представилось ему теперь «столь поразительно выступающим», что перед умственным взором ученого четко вырисовалась картина «непрерывности в позднепермское время Русско-Индо-Африканского материка», где связующим звеном между Южной Африкой и Россией была Индия. Но самым ошеломляющим оказалось столь близкое подобие остатков позднепермских пресмыкающихся, обнаруженных Амалицким в Нижегородской губернии, и их родичей из Южной Африки, впервые увиденных в Лондоне, что он не мог найти у них даже родовых отличий [7]. Амалицкий предсказывает, что при дальнейших поисках и исследованиях в России должны быть обнаружены ископаемые остатки новых зверообразных рептилий, подобных южноафриканским, и сходство этих фаун окажется еще более значительным. Ради изучения истории жизни на позднепалеозойских континентах и поисков у нас богатых местонахождений флоры и фауны южноафриканского типа он избрал север России и в частности область по течению Сухоны и Северной Двины [1, 6, 8].

Это блестящее научное предвидение Амалицкого не встретило поддержки и даже вызвало резкое неприятие у его коллег в России — нет пророка в своем отечестве! Но, уверенный в своей правоте, Владимир Прохорович вместе с супругой немедленно приступает к выполнению задуманного. Начиная с 1895 г. почти исключительно за свой счет и лишь при некоторой финансовой поддержке Императорского Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей чета Амалицких организует экспедиции по северу России [2, 3, 8]. Они покупают лодку, нанимают двух гребцов и по несколько летних месяцев, зачастую в непростых условиях обследуют берега северных рек [6]. Результаты этих полевых исследований ежегодно публиковались под общим заглавием «Геологическая экскурсия на север России».

Первый сезон работ в 1895 г. не принес существенных находок на севере — только раковины двустворчатых моллюсков, обнаруженные на р.Сухоне [8]. Возвращаясь назад, Владимир Прохорович с супругой заехали в Нижний Новгород, чтобы еще раз осмотреть описанные им прежде обнажения по правому берегу р.Оки у Ромода-

новского (Казанского) вокзала. В этот раз здесь в одном из оврагов удалось найти позвонки, клыки и части черепов дицинодонтов, весьма сходных с таковыми из южноафриканской формации Карру, виденных ими в Лондоне. Эта находка утвердила Владимира Прохоровича в правоте своих убеждений о сходстве пермских зверообразных пресмыкающихся России и Южной Африки [3].

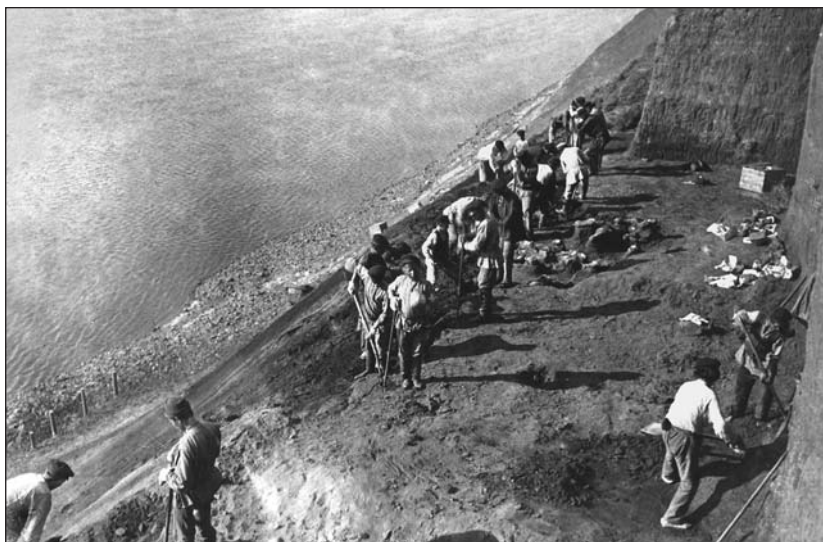
Экспедиции последующих лет оказались значительно более продуктивными — на Сухоне и Северной Двине была обнаружена богатая и разнообразная позднепермская флора и фауна [1, 6, 9]. В полевых условиях Анна Петровна проявила себя способным поисковиком и коллектором, ей принадлежит значительная часть ценных находок ископаемых. На Сухоне у дер.Опоки в пестроцветной песчано-глинистой толще были найдены многочисленные ископаемые остатки разнообразных растений, двустворчатых моллюсков, раковинных рачков остракод и конхострак, обильная чешуя и кости рыб, редкие кости земноводных и пресмыкающихся. На Северной Двине у дер.Кузино, недалеко от Великого Устюга, Амалицкие обнаружили многочисленные раковины двустворчатых моллюсков, сходные с найденными ранее в Нижегородской губернии. Наиболее интересные находки были сделаны по правому берегу Северной Двины выше с.Котлас (тогда — Великоустюгский уезд). В нескольких песчаных линзах («чечевицах»), представляющих собой отложения русел позднепермских рек, были встречены многочисленные остатки растений, в том числе семенных папоротников «глоссоптерисов», двустворчатых моллюсков, амфибий и рептилий — парейазавров и дицинодонтов, типичных для гондванских континентов. Научная интуиция и упорный труд привели к желанной цели: Амалицкие нашли глоссоптериевую флору и фауну звероящеров [6].

На проходившем в 1897 г. в Санкт-Петербурге VII Международном геологическом конгрессе Владимир Прохорович представил первые находки — отпечатки растений и первые неполные остатки рептилий, в том числе парейазавров, — и сделал доклад о своих исследованиях. Зарубежные палеонтологи единодушно поддержали идеи Амалицкого, подтвердили точность его определенных найденных остатков растений и пресмыкающихся, однозначно признали уникальность вновь открытых позднепермских фауны и флоры и близость их к фауне и флоре Южной Африки и Индии. Предсказанное ранее Амалицким сходство органического мира поздней перми России и южных, гондванских континентов блестяще подтвердилось. Это было мировое признание, настоящая научная сенсация! Ради такого стоило досрочно завершить экспедиционные работы летом 1897 г. и срочно, с трудом добираться с собранными коллекциями до Санкт-Петербурга [1, 3, 4].

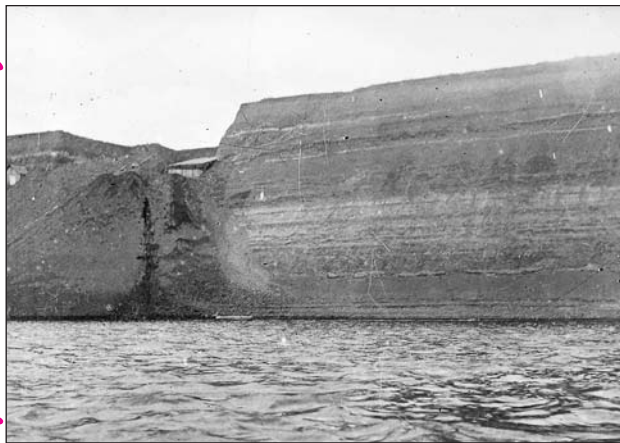
Северодвинские раскопки

В 1898 г. новые, более полные и богатые находки остатков растений, рептилий и амфибий из песчаной линзы у дер.Завражье выше Котласа на Северной Двине, продемонстрированные Владимиром Прохоровичем на заседании Императорского Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, окончательно убедили скептиков. Он тут же представил программу обширных раскопок найденных им местонахождений. В 1899 г. Амалицкие начали раскопочные работы за свой счет, а затем получили необходимые финансовые средства от Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей [1, 3, 4, 6, 9].

Для раскопок была выбрана наиболее богатая костями рептилий и отпечатками растений песчаная линза — местонахождение Соколки у дер.Ефимовской, расположенное на Северной Двине выше с.Котлас [1, 6, 9]. Здесь были найдены не только отдельные кости или черепа, но и многочисленные целые сочлененные скелеты невиданных пермских ящеров, заключенные в конкреции, которые состояли из чрезвычайно твердого песчаника. Владимир Прохорович, имея в качестве постоянного помощника Анну Петровну, организовал систематичные и планомерные раскопки на Соколках, где трудилось до 25 человек рабочих. Амалицкий самостоятельно, опытным путем, пришел к правильному методу раскопочных работ — вскрытию сверху больших участков пласта, содержащего кости, и постепенной разборки последнего [3]. Раскопки проводились по всей площади песчаной линзы, сверху вниз, слой за слоем, а когда вскрывался костеносный слой, то вскрытая площадка разбивалась на квадраты. Кости и конкреции фотографировались, нумеровались, последовательно выбирались и упаковывались так, чтобы потом можно было легко найти кости



Местонахождение Соколки на Северной Двине: вверху — начало раскопок в 1899 г., в середине и внизу (публикуется впервые) — раскопки 1900—1903 гг. Напечатано с фотопластинок Амалицких.



Позднепермское местонахождение Соколки, правый берег Северной Двины: слева — во время раскопок (напечатано с фотопластинок Амалицких, публикуется впервые) и в настоящее время.

Фото В.К.Голубева

от одного скелета, или остатки, обнаруженные в одном месте. Анна Петровна руководила раскопочными работами вместе с мужем, а временами и вместо него*, делала геологические зарисовки, помечала, этикетировала и упаковывала образцы [5]. Владимир Прохорович пишет, что в ходе раскопок им пришла в голову мысль последовательно расчищать из костеносного слоя конкреции с костями и скелетами, оставляя их на месте, чтобы понять их распределение, расположение, характер фоссилизации и выяснить условия захоронения [6, 9]. По сути дела это были первые тафономические исследования. Не имея образцов подобных исследований ни на Западе, ни тем более в России, ни личного опыта, он оказался поистине пионером в организации столь серьезных планомерных палеонтологических исследований — раскопок целого местонахождения и всей его фауны и флоры. В истории палеонтологии позвоночных раскопочные работы на Северной Двине, организованные Амалицкими, стали огромным шагом вперед в отношении их систематичности и научности [3]. Они продолжались несколько лет — с 1899 по 1913 г., с перерывом в 1905—1908 гг. [1]. Учитывая ограниченные технические возможности, это были первые и, пожалуй, самые широкомасштабные палеонтологические раскопки в России.

После первого же года раскопок перед Амалицким встала задача организации препараторской мастерской, где можно было бы очистить от породы, смонтировать и подготовить для изучения найденные скелеты, черепа и кости. Он был командирован за границу, в Западную Европу, для изучения постановки препараторского дела в естественноисторических музеях. Владимир Прохорович сразу же отказался от привлечения препараторов из-за рубежа, так как они

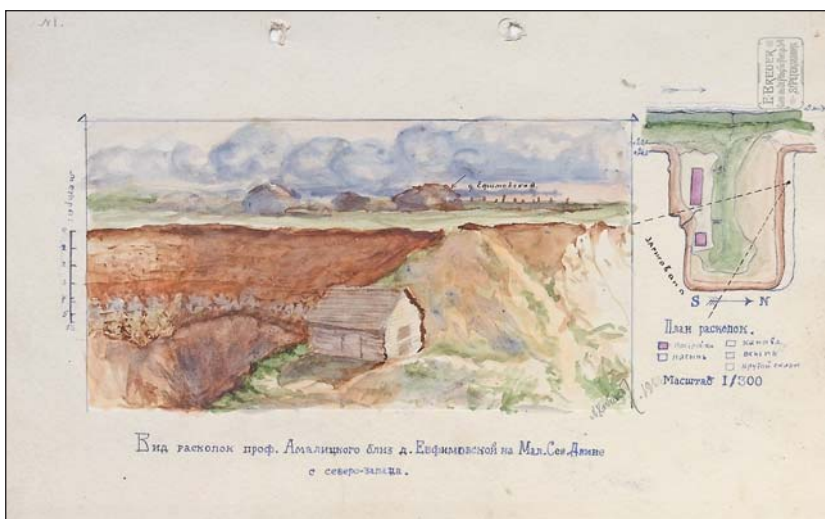
требовали за свою работу непомерную плату. Всесторонне изучив зарубежный опыт, Амалицкий организовал первую в России палеонтологическую препараторскую мастерскую и пригласил для работы в ней скульпторов-каменотесов, некоторые из них стали опытными и умелыми препараторами.

В 1900 г. на заседании Императорского Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей Амалицкий продемонстрировал первый отпрепарированный и смонтированный скелет парейазавра. В 1901 г. на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей в Санкт-Петербургском университете он показал уже два смонтированных скелета парейазавров, скелет зверообразной рептилии иностранцевии и череп дицинодонта и прочел доклад о первых результатах раскопочных работ. Северодвинские раскопки стали событием мирового уровня значимости и оказались в центре внимания не только ученых, но и широкой публики как в России, так и за рубежом. Им посвящались статьи и заметки в журналах и газетах**, главы в научно-популярных книгах***. Великоустюжский епископ посетил раскоп в Соколках, с большим интересом ознакомился с ходом работ Владимира Прохоровича и Анны Петровны и благословил их. Финансирование, выделенное на эти раскопки царским правительством через Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей в размере 50 тыс. руб. золотом (огромная по тем временам сумма!) было зримым выражением всеобщего признания экстраординарной значимости открытия Амалицких [1, 3].

** Чехов А.П. Исторический момент в области современной геологии // Исторический вестник. 1901. Февраль. С.665—678.

*** Lankester E.R. Extinct animals. L., 1905; Линдеман Б. Земля, ее жизнь и история. Общедоступная геология / Пер. с нем. под ред. и с доп. по геологии России А.П.Нечаева. СПб., 1914.

* Православлев П.А. Цит. соч.



Раскоп на местонахождении Соколки: сверху — во время раскопок с сараями для хранения коллекций (напечатано с фотопластинок Амалицких), в середине — рисунок, выполненный в 1922 г. во время приезда А.П.Амалицкой (СПФ АРАН. Ф.316. Оп.1. Д.90. Л.1, публикуется впервые), и вид местонахождения в настоящее время.

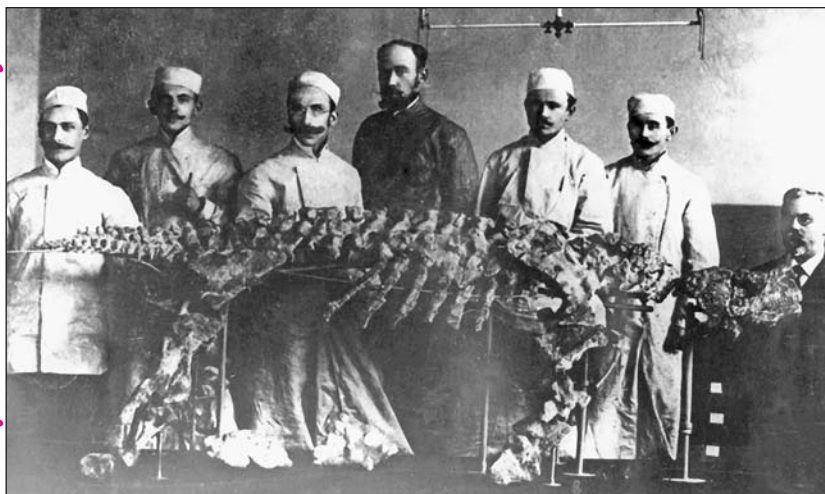
Фото В.К.Голубева

У истоков палеонтологии пермских позвоночных

Многие зарубежные музеи предлагали Владимиру Прохоровичу свое сотрудничество и финансовую поддержку для продолжения раскопок с тем, чтобы он передал им часть собранного материала. Однако Амалицкий неизменно категорически отказывался от таких предложений, так как был убежден, что северодвинская коллекция ископаемых представляет собой уникальное достояние России, ценность которой определяется не только каждым образцом, но и ее разнообразием и полнотой. Он выступал «за необходимость устройства в Петербурге самостоятельного отдельного палеонтологического музея, в котором должны быть ревниво сохраняемы все существующие и найденные в России остатки ископаемых, до самых мелких осколков включительно. В другие научные учреждения России и Западной Европы могут быть передаваемы только гипсовые копии с этих сокровищ, но никак не подлинники»*. Эти планы Владимира Прохоровича воплотились в советское время в создании Палеонтологического института Академии наук и его музея. В 1908 г. был сделан первый шаг в этом направлении — Санкт-Петербургским обществом естествоиспытателей принято решение о передаче северодвинской коллекции в Геологический музей Императорской академии наук, однако сама процедура затянулась надолго [1—4].

Владимир Прохорович, не имея специального биологического образования, сам смело взялся за труднейшую новую задачу — научную обработку и описание найденных им пермских рептилий и амфибий, до тех пор в России никем не изучавшихся. Тем самым он стал ос-

* Репортаж с общего собрания Императорского Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей // Правительственный вестник. 1900. №288 (29 декабря).



В.П.Амалицкий (крайний справа) с сотрудниками и смонтированным скелетом парейазавра в препараторской мастерской Варшавского университета. Начало 1900-х годов. Напечатано с фотопластинок Амалицких.

нователем палеонтологии позвоночных, в частности палеогерпетологии, в нашей стране [3]. Амалицкий описал целую фауну древних позвоночных — северодвинскую, а также новые таксоны земноводных и пресмыкающихся. Среди них наиболее интересны чисто водные амфибии котласия, карпинскиозавр и двинозавр. А среди пресмыкающихся отметил примитивного растительноядного парейазавра и зверообразных рептилий — родственников млекопитающих (саблезубый горгонопс — самый страшный хищник своего времени, небольшой хищный тероцефал и растительноядный двуклыкозуб дицинодонт). Ученый прозорливо отмечал, что изучение открытых на Северной

Двине рептилий сможет пролить свет на загадку происхождения млекопитающих, и надеялся найти в России ископаемые остатки древнейшего представителя этого класса позвоночных животных [6, 9]. В честь своей жены, верной спутницы, главной помощницы и постоянной сотрудницы, Владимир Прохорович называет несколько новых родов и видов древних ящеров, в том числе тероцефала «*Anna Petri*». Анна Петровна помогала в обработке коллекций, подбирала иностранную научную литературу, вела зарубежную корреспонденцию, делала рисунки отпрепарированных костей, готовила фотографии, в том числе новаторские для того времени стереоскопические*, и иллюстративные таблицы для статей и монографий Амалицкого, переводила работы мужа для публикации на иностранных языках [5].

Однако от научных исследований — продолжения раскопок, обработки и изучения найденных уникальных материалов — Амалицкого постоянно отвлекала преподавательская и административная работа, которой он отдавал много сил и времени, будучи талантливым педагогом и способным организатором. Студентам всегда нравились яркие, живые лекции и увлекательные полевые геологические экскурсии Владимира Прохоровича. Он заботился об условиях жизни своих подопечных, бескорыстно помогал им [10]. «Как профессор,

В.П.Амалицкий был не только хорошим лектором, всегда готовым поделиться своими знаниями со своими учениками, но необыкновенно добрым, отзывчивым, искренне любившим своих учеников. Зато и они любили его, как отца, и всегда шли к нему со своими горем и радостями, зная, что у него найдут сочувствие, добрый совет, а нередко и материальную помощь» [1, с.4]. Даже во время раскопочных работ на Северной Двине в своем полевом дневнике 1913 г. Амалицкий записывает размышления о необходимости руководства студентами и их воспитания. В 1904 г. Владимир Прохорович, будучи профессором университета, был назначен также профессором Варшавско-



Стереоскопические снимки образцов северодвинских позвоночных на стеклянных фотопластинках Амалицких. Начало 1900-х годов.

Фото Е.А.Сенниковой

* Православлев П.А. Цит. соч.

го политехнического института. На научной и преподавательской деятельности Амалицкого крайне негативно сказались революционные беспорядки 1905 г. в Варшаве: занятия прекратились, а он вынужден был оставить университет. В это тяжелое время Владимир Прохорович проявил себя как достойный и верный своему долгу гражданин Российской империи, взывая к голосу разума и пытаясь предотвратить возможные эксцессы среди волнующейся молодежи [10]. В 1905—1908 гг. Амалицкий был назначен председателем комиссии по устройству высших учебных заведений, и при его участии основаны Саратовский университет и Новочеркасский политехнический институт. В 1908 г. он возвратился в Варшавский политехнический институт и стал его директором [1, 3, 10].

В 1914 г. раскопки и научная обработка собранных материалов прекратились — война перечеркнула все планы. Надо было спасти бесценные научные материалы, включенные «в графу народных святынь, исторических предметов и невозможных документов, подлежащих обязательному вывозу в первую очередь» [11], и вверенный Владимиру Прохоровичу Политехнический институт. Северодвинская коллекция, сотрудники, все оборудование препараторской и института были срочно эвакуированы, в то время как личное имущество Амалицких осталось в Варшаве [1, 3, 10]. В 1916 г. Владимир Прохорович организовал перевод Политехнического института из Варшавы в Нижний Новгород [4].

В 1917 г. Амалицкий выходит в отставку. Война, революция — на его глазах рушится тот мир, в котором он жил, и великая империя, которой он верно и беззаветно служил. «Перегрузки оказались выше человеческих сил и подорвали его здоровье» [2, с.9]. Владимир Прохорович вынужден ехать с Анной Петровной на лечение в Кисловодск, где на 57-м году жизни его неожиданно настигает смерть. «Он умер внезапно, умер, как верный солдат на своем посту, так как за полчаса до смерти писал свою работу о парейазаврах и почувствовал себя худо» [1, с.3].

Продолжая дело мужа

На плечи Анны Петровны легла грандиозная ответственность — сохранить научное наследие своего мужа. В 1920 г. коллекции Амалицкого были перевезены в Петроград; при Геологическом музее Академии наук была создана специальная «Северо-Двинская комиссия» под руководством академика А.П.Карпинского. Амалицкая получила приглашение войти в состав этой комиссии, и в 1921 г. она поступила на службу в Геологический музей в качестве научного сотрудника. Исключительно благодаря Анне Петровне удалось разобраться с коллекциями и архивом, незаконченными рукописями Владимира Прохоровича.



Профессор Амалицкий, 1910-е годы. Фото предоставлено Великоустюгским государственным историко-архитектурным и художественным музеем-заповедником. Публикуется впервые.

В 1922—1923 гг. А.П.Амалицкая вместе с геологом М.Б.Едемским отправляется в экспедицию на Северную Двину, где в дер.Ефимовская у места раскопок из-за внезапного начала войны в 1914 г. была оставлена значительная часть добытого в последние годы материала. С огромным трудом эта коллекция была спасена и вывезена в Петроград*. С помощью Анны Петровны с начала 1920-х годов Академия наук возобновляет раскопки на Северной Двине. Амалицкая тщательно, до последнего

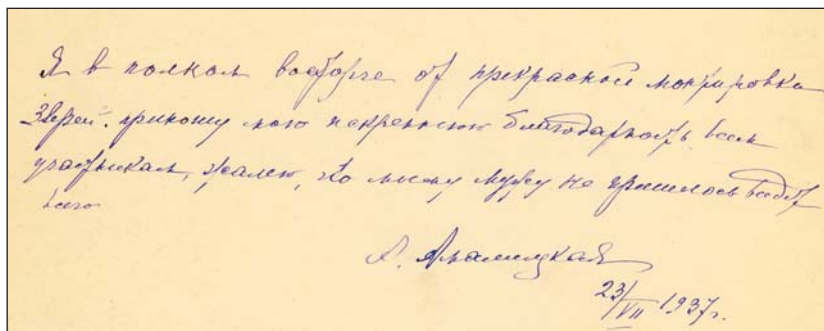
* Едемский М.Б. Северо-Двинская экспедиция Российской Академии Наук в 1923 году // Природа. 1923. №7—12. С.37—56.



Анна Петровна Амалицкая в Северодвинской галерее в Ленинграде. Конец 1920-х — начало 1930-х годов.



Зал Северодвинской галереи Палеонтологического музея в Москве. 1937 г.



Запись А.П.Амалицкой в «Книге отзывов» Палеонтологического музея в Москве. 1937 г. Публикуется впервые.

обломка кости, каталогизирует всю северодвинскую коллекцию, руководит сборкой и монтажом скелетов в музее. Она пишет воспоминания о муже, разбирает незаконченные рукописные наброски и дневники Владимира Прохоровича, изготавливает и оформляет рисунки и фототаблицы, дописывает и публикует его работы — путевые очерки, геологические описания и монографические описания найденных им новых амфибий и рептилий [5]. Последние выходили в специальной серии «Северодвинские раскопки В.П.Амалицкого». По сути дела Анна Петровна была соавтором Владимира Прохоровича. С открытием в 1923 г. в новом здании Геологического музея в Ленинграде особого отдела — Северодвинской галереи, плода самоотверженных усилий четы Амалицких, она становится ее главным хранителем и экскурсоводом. Анна Петровна с удовольствием показывала посетителям диких пермских ящеров, поискам и изучению которых посвятила всю свою жизнь, и любовно называла их «мои детки»*.

В 1930 г. в Ленинграде был организован Палеозоологический (ныне — Палеонтологический) институт с музеем, ядром которого и стала Северодвинская галерея. В связи с переводом в Москву Академии наук, институт и музей с северодвинскими коллекциями также переехали. Анне Петровне пришлось участвовать в демонтаже экспонатов и упаковке коллекций; сама же она осталась в Ленинграде. К XVII Международному геологическому конгрессу, проходившему в 1937 г. в Москве, в Палеонтологическом музее, в большом светлом и просторном зале, была смонтирована Северодвинская галерея — главная достопримечательность, показанная гостям и вызывавшая наибольший интерес и восхищение геологов всего мира.

* Православлев П.А. Цит. соч.

Это была, пожалуй, самая лучшая и представительная экспозиция северодвинской коллекции Амалицких. Анна Петровна приехала на время конгресса в Москву в качестве почетного куратора и в последний раз встретилась со своими «детьми»*. В «Книге отзывов» Палеонтологического музея она оставляет запись: «Я в полном восторге от прекрасной монтировки зверей. Приношу свою искреннюю благодарность всем участникам. Жалею, что моему мужу не пришлось видеть всего. А.Амалицкая. 23/VII-1937 г.» Дело всей ее жизни было завершено. Через два года, в 1939 г., окончился жизненный путь Анны Петровны [5].

* * *

Невозможно переоценить значение вклада Владимира Прохоровича и Анны Петровны в основание и развитие новых направлений палеонтологии и геологии в России. Они произвели первые систематические поисковые и раскопочные работы. Открыли новые богатейшие местонахождения ископаемых организмов, новую фауну и флору далекого прошлого Земли, неизвестных до тех пор диких древних ящеров. Сделали первые тафономические наблюдения.

* Православлев П.А. Цит. соч.



Скелет хищного зверообразного ящера иностранцевии *Inostrancevia alexandri* Amalitzky в современной экспозиции Палеонтологического музея им.Ю.А.Орлова.

Фото Е.А.Сенниковой



Скелеты растительноядных ящеров скутозавров (Амалицкий называл их парейзаврами) *Scutosaurus karpinskii* (Amalitzky) в современной экспозиции Палеонтологического музея им.Ю.А.Орлова.

Фото Е.А.Сенниковой

Провели первые опыты препарирования остатков позвоночных. Собрали первую в России непревзойденную коллекцию целой ископаемой фауны. Провели первые фаунистические, палеоэкологические и палеозоогеографические исследования; первые описания животного и растительного мира пермских континентов. Амалицкие оставили блестящий пример гармоничного, взаимодополняющего единства жизненных целей и интересов супругов, непоколебимой веры в правильность выбранного пути, верности долгу и чести гражданина и ученого, замечательного сочетания интуиции и знания, революционного, пророческого научного предвидения и упорного, кропотливого, самоотверженного труда для достижения результатов своих поисков, для доказательства правоты своих новых идей. Исключительная значимость научного наследия четы Амалицких, высоко оцененная уже при их жизни, со временем только возрастает. «Работы В.П.Амалицкого явились центром, вокруг которого начала развиваться русская палеонтология позвоночных, создаваться Палеонтологический музей и Палеонтологический институт. Вокруг северодвинских находок В.П.Амалиц-

кого сформировалась школа ученых-палеонтологов и выросло крупное научное учреждение» [3, с.13]. Изучение континентального пермотриаса и его фауны позвоночных по-прежнему является основным направлением исследований Палеонтологического института РАН, а бесценная Северодвинская галерея остается центром экспозиции Палеонтологического музея.

Владимир Прохорович и Анна Петровна были типичными представителями своей эпохи — эпохи наивысшего взлета европейской научной мысли и европейской цивилизации. Конец XIX — начало XX в. были временем веры в особое предназначение науки, которая, как основной двигатель прогресса, сможет привести человечество в светлое будущее. В то время для научных учреждений бытовало выражение «храм науки», а ученые представлялись его служителями. И это самоотверженное, почти религиозное служение на благо науки, на благо своей Родины и всего человечества было отличительной чертой лучших представителей тогдашней русской интеллигенции, русских ученых, к которым мы с полным правом должны причислить Владимира Прохоровича и Анну Петровну Амалицких. ■

Литература

1. *Амалицкая А.П.* Профессор Владимир Прохорович Амалицкий // Записки Северо-Двинского общества изучения местного края. Вып.1. Великий Устюг, 1925. С.1—4.
2. *Едемский М.Б.* Владимир Прохорович Амалицкий (1860—1917) // Амалицкий В.П. Дневник наблюдений по Малой Северной Двине (с краткой биографией автора): Сер. Северо-Двинские раскопки проф. В.П.Амалицкого. Вып. VI. Л., 1931. С.5—12.
3. *Ефремов И.А.* Владимир Прохорович Амалицкий (к 100-летию со дня рождения) // Палеонтол. журн. 1960. №4. С.3—15.
4. *Петухов С.В.* Владимир Прохорович Амалицкий — жизнь в служении (к 150-летию со дня рождения) // Палеонтология и стратиграфия перми и триаса Северной Евразии. Материалы V Междунар. конф., посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Прохоровича Амалицкого (1860—1917). М., 2010. С.12—27.
5. *Наливкин Д.В.* Наши первые женщины-геологи. Л., 1979. С.55—58.
6. *Амалицкий В.П.* Раскопки древних позвоночных животных на севере России // Мир божий. 1901. №1. Отд. II. С.71—82.
7. *Амалицкий В.П.* Несколько замечаний о верхне-пермских континентальных отложениях России и Ю. Африки // Тр. Варшавского об-ва естествоиспыт. Засед. отд. физ. и хим. 1895. Вып. VI. С.117—126.
8. *Амалицкий В.П.* Геологическая экскурсия на север России. I. Задачи моих исследований (и главные результаты экскурсий 1895 г.) // Тр. Варшавского о-ва естествоиспыт. Прот. отд. биол. 1896. Прот. №3. С.1—15.
9. *Амалицкий В.П.* Геологическая экскурсия на север России. VII: О раскопках в 1899 г. остатков позвоночных животных в пермских отложениях севера России // Тр. Варшавского о-ва естествоиспыт. Прот. общ. собр. 1900. Год XI (1899—1900). С.177—190.
10. *Жандр А.А.* Памяти Владимира Прохоровича Амалицкого // Прот. засед. о-ва естествоисп. при Донском ун-те. 1919. Вып. 1. Гл.1916—1918. С.23—32.
11. *Амалицкий В.П.* Отчет о Северо-Двинских раскопках за 1914 г. // Тр. Геол. и минерал. музея. 1922. Т. III. Вып.3. С.113—117.

Прерванная «Династия»

Министерство юстиции объявило «Династию» — некоммерческий фонд социальных инвестиций — иностранным агентом. В защиту фонда выступили Совет по науке и Общественный совет Минобрнауки, Совет при Президенте РФ по развитию гражданского общества и правам человека, Общество научных работников, Комиссия общественного контроля в сфере науки, Санкт-Петербургский союз ученых, Совет молодых ученых МГУ имени М.В.Ломоносова, Евразийское астрономическое общество, а также тысячи граждан, подписавших несколько коллективных обращений. Президиум РАН ожидаемо промолчал, но зато высказалась академическая Комиссия по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований. Всем был дан формальный ответ: статус иностранного агента не препятствует уставной деятельности, а если фонд не согласен с такой оценкой, он может обратиться в суд. То же самое произносят официальные лица от министра юстиции Коновалова до депутата Госдумы Старшинова — одного из авторов закона об иностранных агентах.

Это мелкое лицемерие. Еще ни одной из десятков экологических, благотворительных, исторических и прочих общественных организаций, объявленных иностранными агентами, не удалось обжаловать в суде это решение. Понятие «политической деятельности» в законе сформулировано настолько туманно, что под него при желании можно подвести что угодно. В случае «Династии» это была поддержка деятельности другого фонда — «Либеральной миссии», который, в свою очередь, провел несколько публичных лекций и издавал книги по политологии. Более того, подобный суд уже состоялся 17 июня и присудил «Династии» штраф в 300 тыс. рублей за то, что фонд сам не подал заявление о внесении себя в реестр иностранных агентов.

Омерзительна сама ситуация, когда уникальный, крупнейший и лучший фонд, много лет поддерживавший науку и просвещение, получает ярлык, который в нашей стране вызывает совершенно определенные — негативные — ассоциации. Основатель фонда Дмитрий Борисович Зимин совершенно справедливо воспринимает это как личное оскорбление. (Тут уместно напомнить, что еще в феврале этого года Зимину была присуждена специальная премия Минобрнауки «За покровительство российской науке».)

Решение Минюста выглядит абсурдным, и можно лишь предполагать, чем оно было вызвано. Первое, что приходит в голову, — это просто очередной бюрократический эксцесс: есть плохой закон,

а его формальное исполнение ведет к плохим результатам. Во многих заявлениях это обстоятельство специально подчеркивалось: казус, произошедший с «Династией», показывает, что закон об иностранных агентах нуждается в серьезной переработке, если не в полной отмене. Но, видимо, есть куда более глубокие причины.

Сознательно ограничивая свою деятельность поддержкой и популяризацией науки, «Династия» тем не менее служила точкой сбора большого числа успешных, независимых и потому критически настроенных к власти профессионалов, а также предоставляла им возможности для публичных высказываний — на свои профессиональные темы. В сегодняшней политической конфигурации такое не допускается. Наконец, нельзя не учитывать «навалюфобию» нынешней власти. С большой вероятностью развал «Династии» — инстинктивная реакция на поддержку (личными деньгами) сыном Зимина, Борисом Дмитриевичем, ряда проектов Алексея Навального. В пользу такого предположения говорит то, что кадры с Зиминим мелькали в рекламном видеоролике «Анатомии протеста-3» (снят с показа из-за убийства Бориса Немцова), и то, что второпях отсняли «антизиминский» фильм, который в начале июня показали на канале НТВ.



Магазин «Подписные издания», Санкт-Петербург.

По всей видимости, работа «Династии» будет прекращена. Неясно, будет ли фонд закрыт и как скоро это произойдет. Были неофициальные сообщения, что уже начатые проекты 2015 г. будут профинансированы в полном объеме. Но это детали. Научному сообществу дали недвусмысленный сигнал. Прошли пикеты в Москве, Казани, новосибирском Академгородке. 6 июня на Суворовской площади в Москве состоялся митинг «За науку и образование», на который пришли 3.5 тыс. участников (для профессионального собрания это много — даже акции протеста против реформы РАН собирали куда меньше активных сторонников).

Конкретных предложений на митинге было не очень много. Надежды на то, что появятся аналогичные фонды, практически нет, ведь поучительный пример «Династии» долгое время будет перед глазами у всех потенциальных филантропов. Важно понимать, что «Династия» — вовсе не единственный фонд, поддерживающий науку и просвещение, но самый яркий и успешный. Совет «Династии» безошибочно находил и расшивал узкие места. Фонд издавал научно-популярные книги и присуждал премию «Просветитель» — и так способствовал подъему в этой области (но и теперь, по оценкам коллег, более половины хороших книг издаются при поддержке «Династии»). Он поддерживал молодых ученых, как непосредственно — через гранты для молодых кандидатов наук (задолго до молодежных программ РФФИ), так и косвенно — через финансирование школ и конференций, приглашенных лекторов и т.п. «Династия» проводила уникальные летние Школы молекулярной и теоретической биологии для старшеклассников, где ребята участвовали в настоящих научных исследованиях действующих лабораторий (и уже опубликованы четыре статьи со школьниками в качестве полноценных соавторов). Фонд поддерживал Фестивали науки по всей стране — от Петропавловска-Камчатского до Калининграда (и этим тоже в значительной мере предопределил расцвет массовых мероприятий научно-популярной направленности). Помимо практически безукоризненного вкуса в выборе направлений работы «Династия» обладает еще одним несомненным

достоинством. Она создала образцовую систему экспертизы проектов. Даже при желании повторить это достижение будет очень трудно.

Случившееся дало нам всем повод задуматься — как жить? На митинге 6 июня многие говорили о том, что профессиональная ответственность ученого неотделима от гражданской: необходимо не просто продолжать работать, а публично заявлять свою экспертную позицию по темам, важным для научного сообщества и для общества в целом; активно заниматься образованием и просвещением; совместно защищать права людей, работающих в сфере науки и образования; стараться использовать существующие, пусть даже плохие, политические механизмы для блокирования вредных и проведения в жизнь разумных инициатив; организовывать независимые авторитетные профессиональные сообщества. Также обсуждалась возможность краудфандинга* проектов, которые продолжили бы наиболее успешные программы «Династии»; создания небольших благотворительных фондов и координационной сети бывших участников просветительских программ Зимины. Практически все выступавшие говорили о необходимости консолидации как отдельных организаций в сфере науки и образования, так и соответствующих сообществ в целом.

Дмитрий Хомак, основатель другого замечательного проекта — интернет-энциклопедии «Луркоморье» — тем временем объявил о приостановке его работы: «Мое личное душевное равновесие нарушила вовсе не блокировка Лурка и не то, что деньги кончились совсем, а история с фондом “Династия”. Если уж с большими и серьезными людьми так, то нашей песочнице — точно крапты».

Так и живем.

© М.С.Гельфанд,

доктор биологических наук,
Институт проблем передачи
информации им.А.А.Харкевича РАН
Москва

* Краудфандинг (народное финансирование) — коллективное сотрудничество людей, которые добровольно объединяют свои денежные или другие ресурсы, как правило, через Интернет, чтобы поддержать усилия других людей или организаций.

РЕЗОЛЮЦИЯ МИТИНГА

Мы, участники митинга, объединенные пониманием безусловной ценности науки, образования и просвещения, выражаем решительный протест против действий властей, направленных на подавление научного самоуправления и самоорганизации, принижение авторитета ученых и разрушение репутаций людей, поддерживающих науку и образование в России.

Объективный и универсальный характер научного знания, его независимость от идеологических установок резко контрастирует с ложью и лицемерием,

в которых погрязло политическое руководство страны. В распространении просвещения видится угроза механизмам пропаганды, активно используемым властью. Международное научное сотрудничество вступает в противоречие с изоляционистской риторикой и разрушает миф о «кольце врагов», в котором якобы находится Россия. Все это заставляет власть противодействовать науке и просвещению. Мы приходим к таким выводам, исходя из анализа недавних событий.

Два года назад началась реформа Российской академии наук, резко понижающая ее статус и кардинально меняющая принципы организации научных исследований в России. Принятие этого решения напоминало спецоперацию — мгновенное, без обсуждения с профессиональным сообществом и с демонстративным игнорированием многочисленных протестов ученых. При таком начале оно не могло закончиться хорошо: сейчас мы наблюдаем усиление бюрократической нагрузки и снижение качества управления в научной среде. При этом худшее впереди: в ближайшее время без работы могут остаться десятки тысяч научных сотрудников. Очевидно, что российское руководство не понимает, что такое фундаментальная наука и какую роль она играет в развитии страны. Мы не можем знать, какие знания окажутся востребованными через десять лет, поэтому труд ученых нельзя оценивать по немедленным результатам.

Репутация ученых и авторитет науки в обществе подрывается «фабриками фальшивых диссертаций», клиентами которых зачастую становятся высокопоставленные должностные лица. Государство препятствует нормализации ситуации в этой области, запрещая рассматривать вопрос о плагиате в диссертациях, защищенных до 2011 года.

Недоверие государства к профессиональному сообществу проявляется и в среднем образовании. Так, обсуждаемое введение «единых учебников» по ключевым дисциплинам уничтожит свободу и творчество в работе учителя и низведет его труд до механического воспроизведения «единственно верных» и «идеологически одобренных» концепций. Увеличение количества бюрократической работы, сомнительные эксперименты по слиянию школ, проводимые зачастую против воли учителей и родителей, возвращение ГТО — все это приведет к деградации школьного образования. Идеология проникает не только в школьные учебники, но и в аудитории вузов. Люди, не имеющие никаких академических заслуг, излагают конспирологические теории под видом университетских лекций.

Власть пытается наложить идеологические ограничения и на научную деятельность. Истории нашей страны уже знакомы такие примеры: генетика и кибернетика некогда объявлялись «буржуазными лженауками». Мы знаем, чем это закончилось. Сейчас под ударом находятся общественные науки, в первую очередь — история, социология и политология; занятие ими может быть приравнено к нежелательной политической деятельности. Независимые центры, проводящие соответствующие исследования или занимающиеся их популяризацией, получают «черную метку» — статус «иностранный агент» — и прекращают свою работу, не считая возможным существовать под такой вывеской. В этом они оказываются солидарны с правозащитными, экологическими и многими другими некоммерческими организациями, вынужденными закрыться из-за этого унижительного и несправедливого статуса. Еще большую опасность для международного

научного сотрудничества представляет недавно принятый закон о нежелательных организациях, согласно которому российские граждане могут нести уголовную ответственность за получение зарубежных грантов.

Абсурдность и вредоносность такой политики становится очевидной, когда в «иностранных агентах» оказываются организации, поддерживающие науку, образование и просвещение в России, обладающие безупречной репутацией в профессиональном сообществе и прозрачными источниками финансирования.

Все это угрожает самому существованию научной жизни в России.

В связи с вышесказанным мы требуем:

- 1) изменения приоритетов в государственной политике в пользу поддержки научных исследований, распространения научных знаний и просвещения. Речь идет не только об увеличении финансирования: кроме достойной оплаты, работа ученого должна пользоваться уважением в обществе и доверием власти;
- 2) реального самоуправления и автономии в науке и на всех уровнях образования. Профессиональное сообщество должно иметь право решающего голоса при определении принципов организации образования и научной работы. Прежде всего это касается проводимых в данный момент реформ академических институтов;
- 3) отмены срока давности для аннулирования фальшивых диссертаций;
- 4) соблюдения академических свобод в школах и вузах. Идеология и пропаганда не должны вторгаться в университетские аудитории и на страницы школьных учебников;
- 5) немедленного прекращения преследования научных и просветительских организаций, благотворительных фондов, а равно и других некоммерческих организаций, с использованием ярлыка «иностранный агент» или аналогичных ему. Данное понятие должно быть исключено из российского законодательства.

Будущее любой страны зависит от знаний и уважения к тем, кто знания производит. Если руководство России и дальше будет препятствовать просвещению и действовать вопреки профессиональному сообществу, то наша страна будет выброшена на обочину мировой истории.

Оргкомитет митинга:

Лев Бирюков,

кандидат физико-математических наук

Михаил Гельфанд,

доктор биологических наук

Алексей Захаров,

кандидат экономических наук

Андрей Заякин,

кандидат физико-математических наук

Григорий Колоцкий,

кандидат физико-математических наук

Алексей Макаров,

школа «Интеллектуал», учитель

Илья Щуров,

кандидат физико-математических наук

Новости науки

Гидробиология

Сказались ли изменения климата на биоте тундровых озер?

Озера Харбейской системы относятся к крупным в прошлом рыбопромысловым водоемам в восточной части Большеземельской тундры — обширного региона, расположенного в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа и Республики Коми. Общая площадь их водного зеркала — около 25 км², наибольшая глубина — 12 м.

Первые гидрохимические и гидробиологические исследования Харбейских озер проводились в 1965—1972 гг. Сегодня ученые получили возможность оценить изменения, произошедшие в экосистемах этих тундровых водоемов более чем за 40-летний период*. В работе участвовали сотрудники Института биологии Коми научного центра УрО РАН, Института биофизики СО РАН, Казанского и Сибирского федеральных университетов.

Основной источник загрязнения природных объектов в регионе — Воркутинский угледобывающий комплекс, функционирующий с 1933 г. Продуцируемые промышленными предприятиями загрязняющие вещества распространяются с атмосферными осадками на значительную часть территории, попадая в озера, реки и почвы. Однако ученые признали, что в последние десятилетия их влияние на тундру несколько ослабевает в связи с сокращением промышленной добычи угля и закрытием в 1990-х годах некоторых шахт.

Глобальное потепление климата в регионе проявилось в повышении среднемесячных температур воздуха: за 1937—2009 гг. этот показатель увеличился на 0,5, за 1965—2009 гг. — на 2,0, за 1998—2009 гг. — на 4,5°C. Особенно возросли летние значения.

Фауна беспозвоночных Харбейских озер была и остается богатой и разнообразной. В зоопланктоне выявлено 98 видов, в зообентосе — 23 таксономические группы, из которых до вида идентифицированы ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Sorceroda*) раки, малощетинковые черви (*Oligochaeta*), частично — личинки комаров-звонцов (*Chironomidae*) и некоторые другие группы гидробионтов. Согласно неполному систематическому списку, современная фауна донных беспозвоночных

звончатых обследованных водоемов насчитывает 126 видов. Сравнивая этот список с данными 1965—1969 гг., можно отметить, что фаунистическое богатство сообществ Харбейских озер существенно не изменилось. И тогда, и сейчас оно представлено преимущественно широко распространенными формами, способными выдерживать значительные колебания температуры окружающей среды, с доминированием по численности холодолюбивых таксонов, что характерно для южной части материковой тундры Европы.

Однако начиная с 1990-х годов биологи стали обнаруживать в летнем зоопланктоне оз. Большой Харбей и придаточных водоемах коловратку *Polyarthra euryptera* и рачка *Daphnia cucullata*, не встречавшихся в 1960-х годах. Поскольку оба вида теплолюбивы, то, возможно, их развитие в северных озерах обусловлено климатическими изменениями в регионе.

В 2009—2012 гг. Большой Харбей и значительное количество придаточных водоемов по соотношению видов планктонных животных гидробиологи отнесли к олиготрофным экосистемам (с низкой биологической продуктивностью), а по характеристикам зообентоса — к мезотрофным (с умеренным количеством питательных веществ для водных организмов). И только одно придаточное озеро по всем расчетам было охарактеризовано как эвтрофное (с высокой биологической продуктивностью). Сравнение этих показателей экологического благополучия со сходными 1960-х и 1990-х годов говорит о реолиготрофикации водоемов и улучшении состояния экосистемы на современном этапе ее развития. Изменение статуса тундровых водоемов может быть связано, например, со снижением влияния атмосферных выбросов угледобывающего комплекса Воркуты.

В 1968—2012 гг. межгодовая динамика численности и биомассы зоопланктона в оз. Большой Харбей была положительной. Следует учитывать, что при увеличении общих количественных показателей отношение численности ракообразных и коловраток в озерной системе сохранялось и составляло 21—22%. На всех этапах гидробиологических работ ученые наблюдали изменения количественных характеристик популяций некоторых видов. Так, доля самого массового вида коловраток *Conochilus unicornis* в зоопланктоне Большого Харбея увеличилась в 2000-х годах относительно ранних периодов исследований с 11 до 52%. Между тем коловратка *Keratella quadrata*, встречавшаяся в 1960-х годах по всей акватории

* Фефилова Е.Б., Батурина М.А., Кононова О.Н. и др. Многолетние изменения в сообществах гидробионтов в Харбейских озерах // Журнал СВУ. Биология. 2014. Т.7. №3. С.240—266.

основного озера, в 2000-х была обнаружена только в придаточных водоемах. За исследованный период снизилась доля коловраток *Asplanchna priodonta*, *Filinia terminalis* и кладоцеры *Bosmina longirostris*, при этом роль планктонных ракообразных рода *Daphnia*, напротив, увеличилась.

В наиболее теплый год, когда температура воды поднималась выше 18°C, зафиксированы нарушения репродуктивной активности доминирующих в донных сообществах Харбейских озер рачков отряда гарпактицид (Harpacticiformes).

Таким образом, состояние озерной системы Большеземельской тундры соответствует естественному и сохраняется почти в неизменном виде последние 40 лет. Выявленные отличия в фаунистическом составе гидробионтов, связанные с глобальным потеплением климата, не изменили динамического равновесия в экосистеме. Это свидетельствует о ее устойчивости к резким сезонным колебаниям континентального климата, которая, несмотря на тенденцию к повышению температуры, сохраняет свое значение на юге Большеземельской тундры.

© **Фефилова Е.Б., Батурина М.А.**,
кандидаты биологических наук

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН
Сыктывкар

Охрана природы

Байкал под антропогенным воздействием

22—27 февраля 2015 г. в Гранаде (Испания) прошла конференция Международной ассоциации лимнологических и океанографических наук (Association for the Sciences of Limnology and Oceanography) «Водные науки: глобальные и региональные перспективы — встреча Севера и Юга». В форуме участвовали свыше 5 тыс. специалистов, в том числе из НИИ биологии Иркутского государственного университета (ИГУ), где уже 70 лет регулярно проводятся экологический мониторинг оз. Байкала.

Д.С.Бедулина (старший научный сотрудник лаборатории проблем адаптации биосистем) представила последние результаты международного проекта НИИ биологии ИГУ и Центра экологических исследований им. Гельмгольца (The Helmholtz Centre for Environmental Research, Лейпциг, Германия). Ученые двух стран оценили способность основных байкальских донных обитателей — разноногих раков, или бокоплавов (*Amphipoda*), — адаптироваться к меняющимся условиям среды и противостоять вселению чужеродных видов. Исследователи, сравнив два эндемичных вида бокоплавов — бородавчатого (*Eulimnogammarus verrucosus*) и голубого (*E. cyaneus*) — с потенциальным вселенцем бокоплавом озерным (*Gammarus lacustris*), обнаружили значительные отличия в их устойчивости к абиотическим факторам среды. Ока-

залось, что бокоплав *E. verrucosus* очень чувствителен к температурным колебаниям, а его сородич *E. cyaneus* и палеарктический вид *G. lacustris* высокоустойчивы. Такое различие можно объяснить тем, что последние отличаются развитой системой биохимического, физиологического и клеточного ответов на стресс. Это дает основание предполагать, что если вселение *G. lacustris* в Байкал произойдет, то виду придется вначале преодолеть конкуренцию с термоустойчивым *E. cyaneus*. Собранные к настоящему времени данные показывают: наличие в экосистеме устойчивых видов может предотвратить нежелательное вселение, однако повышение температуры существенно скажется на прибрежных сообществах амфипод, особенно на тех, которые живут у самой кромки воды, на пороге границы термотолерантности.

Свой доклад на конференции я посвятил современному состоянию антропогенного воздействия на экосистему оз. Байкал*. В сообщении ознакомил участников с данными по фито- и зоопланктону, полученными в ходе многолетнего мониторинга**, начатого еще в 1945 г. М.М.Кожовым (он возглавлял те годы НИИ биологии ИГУ). Помимо этого, рассказал об этапах влияния деятельности человека на озеро от второй половины XIX в. до сего дня, о видах воздействия, путях и объемах поступления химических загрязнителей. Их приносят в озеро притоки, атмосферные осадки, стоки Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (и других, расположенных вблизи, предприятий и населенных пунктов), смывы с берегов, туризм и судоходство. По объему среди загрязнителей преобладают минеральные соли, затем следуют (в порядке убывания) взвешенные, растворенные органические соединения, сульфаты, трудно- и легкоразложимые органические вещества. Оставшиеся 0,36% составляют минеральные формы азота и фосфора, нефтепродукты, серосодержащие органические соединения, тяжелые металлы и синтетические поверхностно-активные вещества.

В последние годы в Байкале нарастает доля мелкоклеточного неэндемичного летнего фитопланктона и снижается количество крупноклеточных подледных эндемичных диатомовых водорослей. В зоопланктоне все чаще и сильнее доминирует *Cyclops kolensis* (неэндемичный вид), увеличивается число кладоцер — мелких ракообразных, также неэндемиков. Эти изменения были предсказаны еще в 1990-х годах в результате экспериментов с мезокосмами и математическими моделями по эвтрофированию и поступлению токсикантов

* *Silow E.A.* Lake Baikal: current environmental problems // Encyclopedia of Environmental Management. N.Y., 2014. P.1—9. Doi:10.1081/E-EEM-120050578

** Современная база данных включает более 5 млн записей, и в марте 2015 г. она внесена в «Книгу рекордов России» как «самый длительный проект регулярного экологического мониторинга в истории науки».

в Байкал. Аналогичны тенденции и в других озерах Восточной Сибири. Может ли это быть следствием глобальных и региональных (связанных со строительством каскада ГЭС на Ангаре) изменений климата или же так проявляются долговременные естественные автоколебательные процессы? Сегодня невозможно однозначно отдать предпочтение ни одному из вариантов.

© Зилов Е.А.,
доктор биологических наук
НИИ биологии Иркутского
государственного университета

Археология

Кёнделенские курганы раскрывают тайны

Уникальное по богатству захоронение, возраст которого составляет более 4,5 тыс. лет, открыли ученые Института археологии РАН при раскопках группы курганов «Кёнделенская I» в Кабардино-Балкарии. В могиле молодой женщины археологи обнаружили свыше 500 украшений и культовых предметов. Это беспрецедентный случай для погребальных комплексов эпохи средней бронзы: обычно они сопровождаются гораздо меньшим числом и разнообразием находок.

Кёнделенский могильник бронзового века, расположенный на водоразделе рек Кёнделен и Баксан, как археологический памятник стал известен ученым в 1930-х годах во время подготовки строительства Баксанской ГЭС, однако до сих пор практически не исследовался. В 2014 г. сотрудники Института археологии РАН с коллегами из Института археологии Кавказа провели раскопки пяти курганов, где обнаружили 73 погребения, относящиеся к раннему и среднему бронзовому веку (середина 4-го—первая половина 3-го тысячелетия до н.э.). В ту эпоху в Междуречье формировалась шумерская цивилизация, в Египте начиналось строительство первых пирамид, а на Северном Кавказе возникли и стремительно развивались металлургия и металлообработка. Причем если на ранней стадии бронзового века эти процессы были тесно связаны с ближневосточным влиянием, то с начала 3-го тысячелетия до н.э. северокавказские племена развивались вполне самостоятельно. Об этом можно судить в первую очередь по сохранившемуся в захоронениях инвентарю.

К редчайшим можно отнести погребение №9 кургана 423. По данным антропологов, здесь покоились останки молодой женщины в возрасте от 18 до 30 лет. Ее наряд состоял из 550 предметов. У головы, в частности, находилось восемь бронзовых и серебряных височных подвесок, на груди — ожерелье из семи разновидностей бронзовых и фаянсовых украшений. Правое запястье обвивал браслет из оригинальных бронзовых подвесок, не имеющих аналогов.



Украшения из погребения №9.

Исключительными по значимости деталями костюма стали два так называемых поясных набора из нескольких сотен предметов. Наряду с декоративными они выполняли прежде всего культовое назначение. На это указывали самые выразительные предметы комплекса: две бронзовых булавы — своего рода амулеты, религиозные фетиши эпохи средней бронзы, две полусферические бляхи с солярным орнаментом, а также две миниатюрные бронзовые модели сосудов.

Несмотря на богатство костюма, ученые не торопятся делать выводы о социальном статусе погребенной. Молодую женщину захоронили не в материковой яме, как абсолютное большинство соплеменников, а в насыпи кургана. Судя по имеющимся в распоряжении археологов фактам, вождей, знатных людей чаще хоронили в центре кургана: чем выше социальный статус, тем выше курган. В насыпи же обычно предавали земле детей. Поэтому рассматриваемое погребение было совершено вопреки обрядовым традициям.

Раскопки группы курганов «Кёнделенская I» позволили получить полную и непрерывную хронологическую колонку комплексов середины 4-го—первой половины 3-го тысячелетия до н.э. При этом в руках ученых оказались не только находки, но и материал для междисциплинарных естественнонаучных исследований, который может ответить на вопросы, связанные с климатическими, хозяйственными и социальными условиями жизни населения того времени.

© Клещенко А.А.,
кандидат исторических наук
Институт археологии РАН

На земле и в океане

Г.Б.Наумов,

доктор геолого-минералогических наук

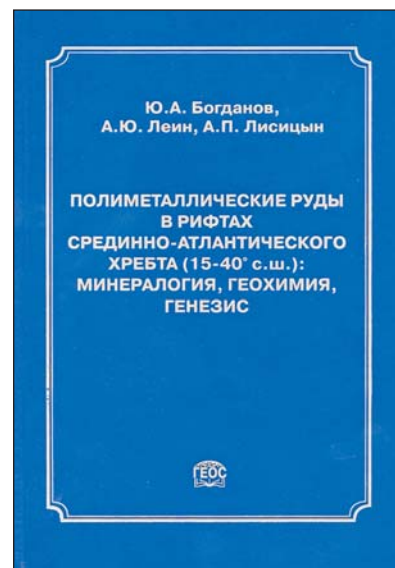
Государственный геологический музей им.В.И.Вернадского РАН
Москва

Проблема источников рудного вещества зародилась еще до начала знаменитого спора «плутонистов» и «нептунистов», которые связывали происхождение земных пород и руд с расплавленной огнедышащей магмой, зарождающейся в царстве Плутона, или с текучими водами, которыми повелевает Нептун. Об этом можно было бы и не упоминать, но отголоски этой дискуссии мы ощущаем до сих пор [1]. Изучение океанических курильщиков уже не вносило существенный вклад в решение подобных проблем, сдвигая с мертвой точки сложившиеся в теориях рудообразования стереотипы. Достаточно напомнить, что идея конвективных ячеек пришла в теорию рудообразования в результате исследования механизмов формирования черных курильщиков и повлияла на изучение рудных месторождений на континенте. Оказалось, что многие разновидности колчеданных месторождений (в том числе и такой гигант, как Холоднинское колчеданное месторождение Южного Урала) имеют черты, весьма схожие с гидротермальными океаническими образованиями. Это изменило традиционный подход к вопросам миграции элементов и флюидных потоков и для других гидротермальных месторождений на континентах.

Не меньшее значение имеет и то, что, исследуя курильщики и окружающую их обстановку, мы рассматриваем процесс взаимообмена веществом и энергией между всеми верхними

оболочками нашей планеты (литосферой, гидросферой, атмосферой и биосферой), важность которого для эволюции Земли неоднократно подчеркивал В.И.Вернадский. Он же заметил, что «изучение этих процессов под углом зрения рудных месторождений, прежде всего металлов, неизбежно заставляло изучать историю химических элементов в земной коре» [2, с.23].

В этом аспекте можно рассматривать и данную фундаментальную монографию. В ней подводятся итоги 14-летних систематических комплексных геолого-геохимических работ авторов. Здесь приведены результаты изучения гидротермальных образований, различных по геологическому строению и окружающим породам, по скорости спрединга и глубине, по температуре восходящих струй и возрасту системы. Многие данные, вошедшие в книгу, публиковались и ранее в различных периодических изданиях, но собранные вместе они приобретают новое звучание. Все исследования выполнены по единой методике, что имеет существенное значение при сопоставлении однотипных величин из разных точек наблюдения. Монография насыщена таблицами, в которых приведены не только всевозможные данные, но и указаны методы их получения и точность. Нет сомнения, что это ценная сводка непосредственных эмпирических наблюдений авторов. В книге приведены опубликованные результаты других авторов и дается обширная библиография по данным вопросам. В результате моногра-



Ю.А.БОГДАНОВ, А.Ю.ЛЕИН, А.П.ЛИСИЦЫН.

ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РУДЫ В РИФТАХ СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА (15–40° с.ш.): МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ, ГЕНЕЗИС.

М.: ГЕОС, 2015. 256 с.

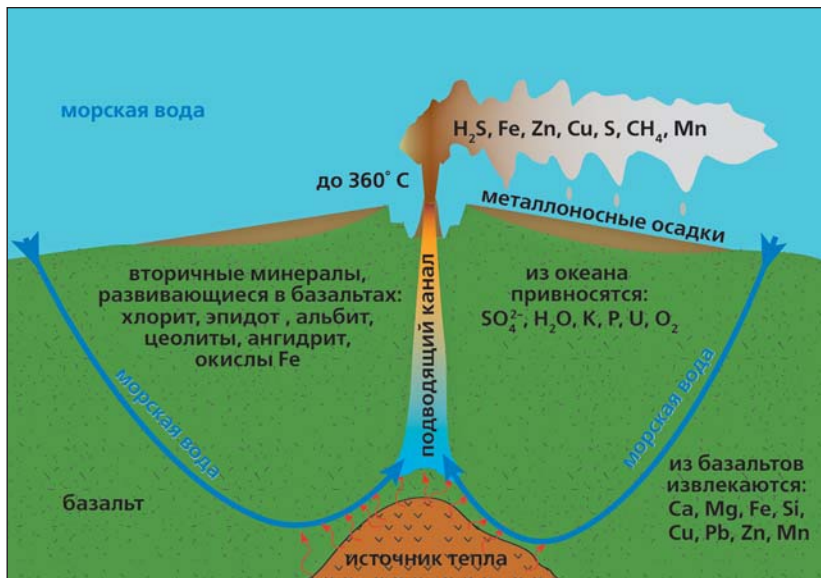
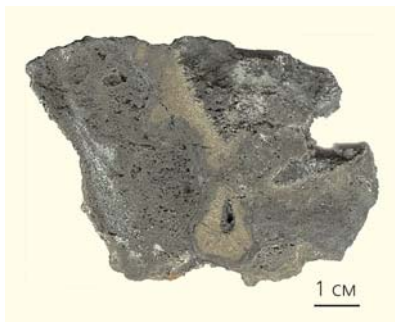


Схема строения земной коры в зоне действия гидротермальных источников.



Сульфидная руда с гидротермального поля Менез Гвен.

фия становится еще и своеобразным справочником по обсуждаемой тематике.

Оригинальные выводы получены при сопоставлении масс элементов, поступающих в океан с поверхностным стоком и за счет деятельности океанических гидротермальных систем. Авторы приходят к выводу, что вклад эндогенного вещества океанической коры в осадкообразование в целом близок к вкладу кон-

тинентальной коры, а таких элементов, как Fe, Mn, Cu, Zn, Pb — даже превосходит его.

В отличие от изучения рудных месторождений на континенте, где исследователи наблюдают только конечный результат давно прошедших процессов, развивающиеся в реальном времени океанические курильщики дают возможность получать информацию, которая раскрывает сам процесс развития. В результате в монографии приведены сведения не только о стабильных минералах, но и о промежуточных метастабильных фазах и их последующем преобразовании, о трансформации изотопных отношений и других очень важных деталях. Понятие стадии, приведенное авторами, при этом несколько отличается от того, что используется при описании рудных месторождений континента.

Весь материал монографии в совокупности показывает: океанические курильщики развива-

ются как открытые, неравновесные диссипативные системы, не требующие каких-то внешних источников вещества, что до сих пор вызывает многочисленные споры среди исследователей гидротермального рудообразования. Хотя сами авторы не акцентируют внимание читателя на этом принципиальном теоретическом вопросе, в пункте 5 заключения они четко указывают, что «рудные постройки на дне не имеют корней».

Здесь вполне уместно вспомнить пророческие слова Вернадского в самом начале его фундаментального труда «Очерки геохимии»: «Не одни теории и научные гипотезы — эти мимолетные создания разума, — но и точно установленные новые эмпирические факты и обобщения исключительной ценности заставляют нас переделывать и перестраивать картину природы, которая оставалась нетронутой и почти неизменной в течение нескольких поколений ученых и мыслителей» [2, с.11]. Данная монография относится к такой категории.

К сожалению, в этой прекрасной работе не обошлось и без «ложки дегтя». Глава 5 в оглавлении и в тексте сформулирована по-разному. Видимо, это чисто технический сбой, не имеющий никакого отношения к существу и содержанию самой книги.

В заключение хочется поздравить авторов с выходом очень полезной и важной монографии, где сведены результаты тщательных многолетних детальных и весьма нужных для геологической науки работ, которыми, вне сомнения, будут пользоваться не только узкие специалисты, но и исследователи смежных областей знания. ■

Литература

1. Смирнов В.И. Плутонизм и непутизм в развитии учения о рудных месторождениях. М., 1987.
2. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Избранные сочинения. Т.1 М., 1954.

География. История науки

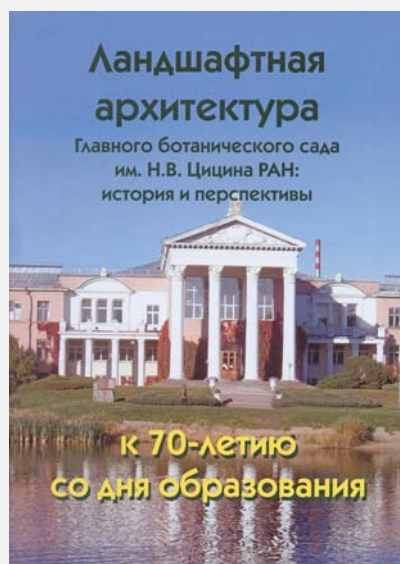
В.С.Корякин. НАС ПОЗВАЛИ ВЫСОКИЕ ШИРОТЫ. М.: Вече, 2015. 352 с. (Морская летопись).

Книга почетного полярника, постоянного автора «Природы» Владислава Сергеевича Корякина посвящена некоторым ярким страницам истории Арктики. Выпускник Московского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии с 1956 г. начал работать в Институте географии АН СССР. В тот же год Корякин принял участие в экспедиции на Новую Землю, организованную по программе Международного геофизического года. С этих событий и начинается рассказ в книге. Для читателей будут очень любопытны живые воспоминания ученого, изучавшего ледники на островах Новая Земля, Северная Земля и Шпицберген. Это и рассказ о том, как изменялись ледники — природный объект исследования — в условиях глобального потепления, и то, как специалисты осуществили переход от способов и методов эпохи ликвидации «белых пятен» на карте планеты к дистанционным методам изучения — от простейших аэровизуальных наблюдений до дешифрирования серий космических снимков. Немало страниц книги посвящено полярникам — людям, выбравшим тяжелую и опасную работу в Арктике, на далеких архипелагах и в морях. О высокой цене открытий, о дружбе и самопожертвовании, о повседневных радостях и потерях исследователей честно и прямо рассказывает автор.



История науки

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА им.Н.В.ЦИЦИНА РАН: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ. К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ / Отв. ред. А.С.Демидов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 199 с.



Главный ботанический сад строился в Останкине сразу после Великой Отечественной войны как символ победы и мирной жизни. Несмотря на то, что его зеленые пространства не имеют прямой связи с пригородными лесами, он стал важным средообразующим объектом на северо-востоке Москвы. Ни одна из его частей никогда не застраивалась, поэтому, хотя вокруг него и выросли жилые кварталы, на его территории сохранились не только уникальная дубовая роща, но и пойменные луга малых рек, почвы, богатый животный мир. Небольшие главы книги рассказывают об истории земель Главного ботанического сада как части русской истории, о том, какие его проекты предлагались разными архитекторами, а также о том, какие идеи и концепции были в них заложены. Отдельная глава посвящена итоговому архитектурно-планировочному решению сада, строительству и развитию экспозиционных участков; в ней подробно рассмотрена экспозиция лаборатории ландшафтной архитектуры, дендрария, отделов культурных и декоративных растений. В четвертой главе обсуждаются перспективы развития экспозиции сада в XXI в., в том числе предложения по второй очереди строительства. В большое приложение помимо реализованных проектов 1942—1961 гг. включены архивные материалы по неосуществленным объектам архитектуры, разработанным в 1945—1948 гг.

Ботаника. Микология

Л.Г.Переведенцева. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГРИБОВ (АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ): Учебное пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 119 с.

Агарикоидные базидиомицеты — группа грибов, относящихся к нескольким порядкам класса Basidiomycetes. Общий признак для них — наличие мяскомясистой плодовой тела (базидиомы), имеющего чаще всего хорошо выраженную шляпку и ножку (хотя у некоторых видов плодовые тела сидячие, без ножки). Гименофор обычно пластинчатый или трубчатый. Среди этих грибов могут быть подстилочные и микоризные формы, гумусовые сапротрофы и ксилотрофы (обитающие на древесине). В пособии приводится методика сбора и описания грибов. Предложены ключи для определения родов и 249 видов и внутривидовых таксонов. Дано краткое описание морфологических и анатомических признаков грибов, по которым можно их идентифицировать. Характеристика каждого таксона сопровождается черно-белыми рисунками плодовых тел грибов и некоторых их структур. Отмечено местообитание и принадлежность к эколого-трофической группе, указана пищевая ценность.

**Экология**

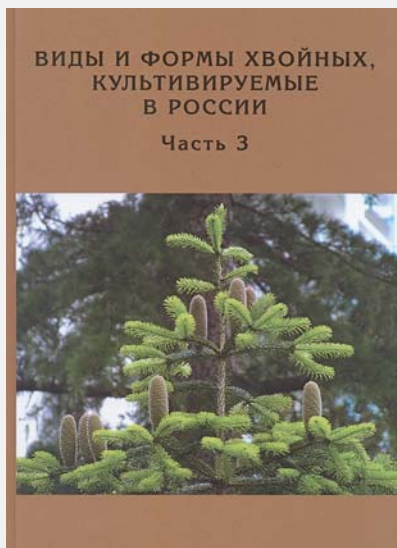
И.Хански. УСКОЛЬЗАЮЩИЙ МИР: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ УТРАТЫ МЕСТООБИТАНИЙ. Пер. с англ. 2-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 340 с.



Данная книга была первоначально опубликована Международным экологическим институтом в серии «Excellence in Ecology». В ней описаны ситуации, возникающие при потере и фрагментации природных местообитаний в результате хозяйственной деятельности. Все экологические процессы проанализированы с позиций представлений о метапопуляциях. Приведенные примеры фрагментации местообитаний охватывают все разнообразие природных зон Земли, но наиболее подробно обсуждены проблемы сохранения бореальных лесов Финноскандии, так как эта природная зона лучше других знакома автору. Каждая из пяти глав, в которых обсуждаются разные аспекты исчезновения местообитаний, начинается с романтического описания той или иной местности. Затем после характеристики экологической ситуации, сложившейся на данной территории, автор переходит к глобальному обсуждению проблемы, которая изначально выглядит как локальная. Словесное описание переходит в математический анализ и заканчивается построением аналитических и симуляционных моделей для тех самых процессов, которые так романтично описывались в начале главы. На специальной странице, названной «box», приведено более серьезное описание математической модели для наиболее подготовленных читателей. Первые четыре главы завершаются ретроспективным рассмотрением аналогичных процессов в давней истории Земли, а пятая — обсуждением будущего нашей планеты. Впервые книга была издана на русском языке в 2010 г. и быстро разошлась.

Ботаника

Д.Л.Матюхин, О.С.Манина. ВИДЫ И ФОРМЫ ХВОЙНЫХ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В РОССИИ. ЧАСТЬ 3: ABIES MILL., SHAMAECYPARIS SPASH. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 283 с.



Книга восполняет пробел в отечественной справочной литературе по хвойным древесным растениям. Первый том сводки «Деревья и кустарники СССР» (1949) — это единственный фундаментальный справочник, содержащий описание видов хвойных, культивируемых в России. Данное издание содержит подробные сведения о 35 видах и 81 форме хвойных, относящихся к родам пихта и кипарисовник. В его основу легло изучение образцов из коллекций Дендрологического сада им.Р.И.Шредера РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева, Главного ботанического сада им.Н.В.Цицина РАН, Ботанического сада МГУ им.М.В.Ломоносова, Дендрария «Лесостепная опытно-селекционная станция» (Липецк), Субтропического ботанического сада Кубани (Сочи), Дендрария НИИ горного лесоводства и экологии леса (Сочи), Дендрологического парка «Южные культуры» (Сочи), а также питомников и экспозиций ЗАО «ТИС'С» и ООО «Европарк-2000» в Москве и Московской обл. Приведено детальное описание строения вегетативных органов декоративных форм, предложены ключи для их определения. Рассмотрены особенности структуры и дифференциации побеговых систем, а также микроморфологические признаки побегов и типология листьев. Даны краткие сведения о более чем 200 указанных в России и, возможно, встречающихся в культуре видах и формах данных родов. Справочник иллюстрирован более чем 450 оригинальными цветными фотографиями, а также черно-белыми рисунками.

Зоология. Этология

Е.Н.Панов, Е.Ю.Павлова. ЛЕБЕДИ МИРА. СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ СИГНАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 164 с.

Избрав, казалось бы, частную тему — особенности коммуникативного поведения небольшой (6—8 видов по разным оценкам) группы водоплавающих птиц (подтриба *Cygninae*), авторы на ее примере рассматривают широчайший круг вопросов, относящихся к разным областям биологии. Это и аспекты изучения коммуникаций у животных, и проблемы использования этологических признаков в систематике и реконструкциях филогенетических взаимоотношений внутри таксонов. Рассмотрены вопросы, связанные с гибридизацией, а также с поиском закономерностей и тенденций в эволюции акустических и социальных систем и поведения животных в целом. Для решения этих задач привлечены как интереснейшие оригинальные данные, так и широкий круг классических и современных литературных источников из разных областей биологических знаний. Приведены основные сведения по экологии и социальному поведению всех видов лебедей мировой фауны. Описана история их открытия орнитологами и трансформаций в представлениях систематиков о структуре таксона. Проведена ревизия филогенетических отношений между их видами, опирающаяся на новые данные по поведению лебедей. В частности, высказаны сомнения в принадлежности черношейного вида к роду *Cygnus* и о близком родстве к нему коскоробы.





Конкурс научно-популярных статей

Био/мол/текст

01.VII–31.X / 2015 г.

<http://biomolecula.ru>



Научно-популярный сайт «биомолекула» объявляет о проведении конкурса на лучшую научно-популярную публикацию в области современной биологии. Это конкурс для авторов, способных корректно, доступно и с задорной искрой рассказать читателю о достижениях биомолекулярной науки.

Тематика: молекулярная биология и биофизика, биомедицина и биотехнологии, а также иммунология, клеточный стресс и старение организмов.

Сроки проведения: 1 июля — 31 октября 2015 г.

Номинации:

- **лучшая обзорная статья**
- **лучшее новостное сообщение**
- **лучшая статья по теме своей научной работы**
- **лучшая статья по иммунологии**
Номинация оценивается лично знаменитым иммунологом Русланом Меджитовым
- **лучшая статья о механизмах старения и долголетия**
- **наглядно о ненаглядном** (визуальная наука)
- **приз зрительских симпатий**

Победители получают призы от 10 до 20 тысяч рублей.

Подробнее об условиях конкурса: <http://biomolecula.ru/content/1682>

Партнеры конкурса



Фонд «Наука
за продление жизни»



ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь

Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

М.Б.БУРЗИН

Т.С.КЛЮВИТКИНА

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

М.Е.ХАЛИЗЕВА

О.И.ШУТОВА

А.О.ЯКИМЕНКО

Выпускающий редактор

Л.П.БЕЛЯНОВА

Литературный редактор

Е.Е.ЖУКОВА

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Перевод:

С.В.ЧУДОВ

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 15.07.2015
Формат 60×88 1/8
Бумага офсетная. Офсетная печать
Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2
Тираж 416 экз.
Заказ 430
Цена свободная
Набрано и сверстано в редакции

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

www.ras.ru/publishing/nature.aspx

При использовании материалов ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.

в следующем номере



Современные космические исследования — сплав наблюдения и эксперимента, теории и инженерных знаний. Ракетно-космическая техника подарила человеку возможность отправить научные приборы за пределы земной атмосферы, на другие планеты и даже в межзвездное пространство. Но чтобы поставить космический эксперимент, надо представлять не только сущность процессов, которые планируется изучить, но и возможности современных методов и инструментов.

Пятьдесят лет назад, в 1965 г., в Академии наук СССР был создан Институт космических исследований (ИКИ) — головной академический институт по изучению и освоению космического пространства в интересах фундаментальной науки. Его особенностью стал тесный сплав теории и эксперимента. Сотрудники ИКИ предлагают идеи новых космических проектов и воплощают их, создавая соответствующие научные и служебные системы и приборы и определяя планы их работы. Космический эксперимент, стартовав, может длиться годы и годы, накапливая и передавая интересующую ученых информацию. Ее обработка, в свою очередь, становится основой для научных обобщений и закладывает новый «кирпичик» в здании наших представлений о Вселенной и планете Земля, о которых читатели «Природы» регулярно могли узнавать: на страницах журнала авторы из ИКИ всегда были частыми и желанными гостями.

Следующий, специальный, выпуск журнала будет целиком посвящен юбилею института и расскажет о некоторых самых интересных результатах долгой и кропотливой работы его сотрудников.

