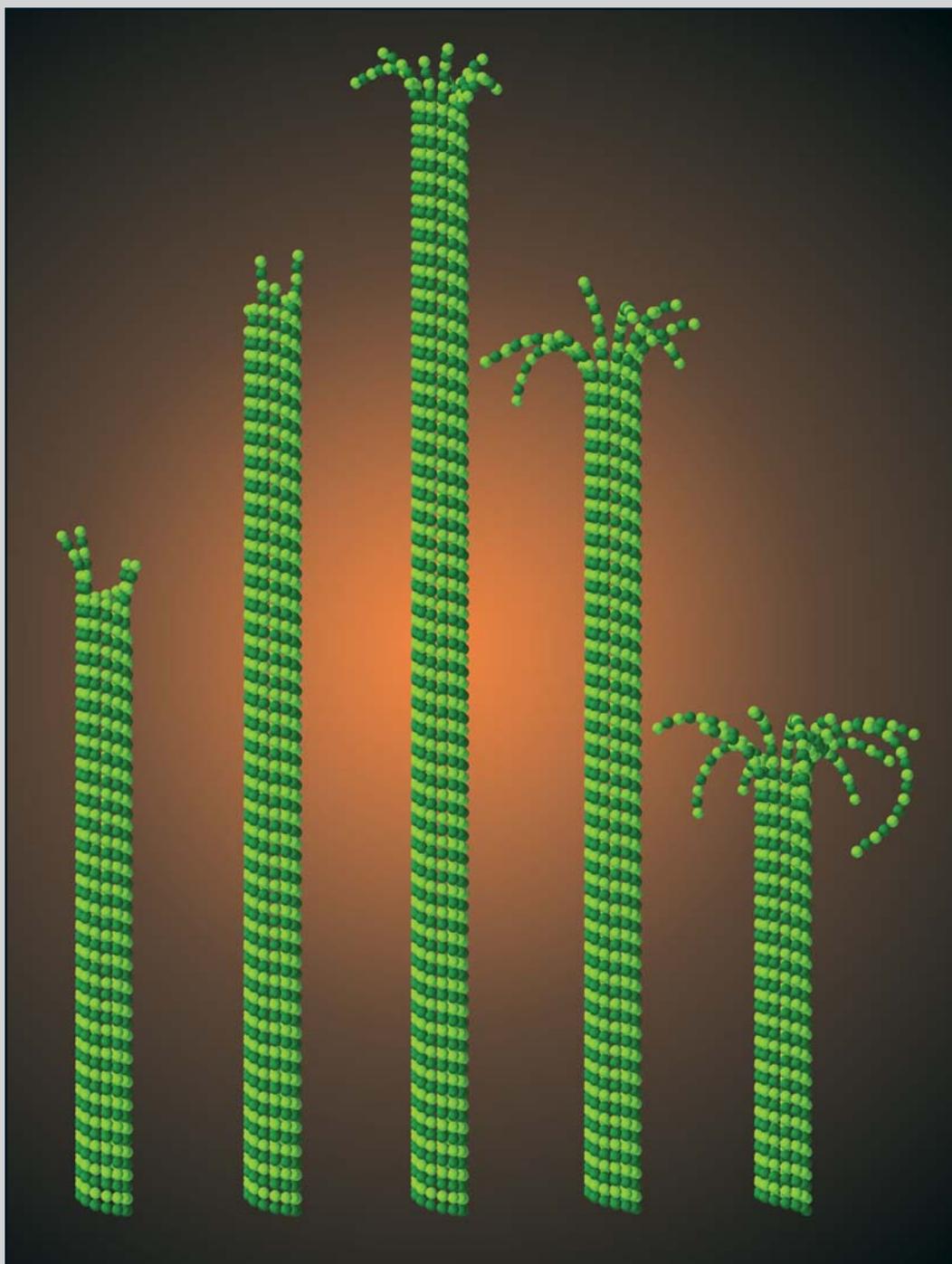


ПРИРОДА

10 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. Растущие и укорачивающиеся микротрубочки в компьютерной модели. См. в номере: **Гудимчук Н.Б., Захаров П.Н., Ульянов Е.В., Атауллаханов Ф.И.** *Динамические микротрубочки: от экспериментов к моделям.*

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Фонарница *Lyncides coquerelii* на коре дерева. См. в номере: **Гнездилов В.М.** *Затерянный Мадагаскар.*

Фото С.Угеля (S.Hugel)



В НОМЕРЕ:

3 **Гудимчук Н.Б., Захаров П.Н.,
Ульянов Е.В., Атауллаханов Ф.И.**

**Динамические микротрубочки:
от экспериментов к моделям**

Микротрубочки выполняют целый ряд ключевых функций на всех этапах жизни клетки. Это динамические структуры — они постоянно меняют свою длину. С помощью новой компьютерной молекулярно-механической модели выявили механизм возникновения катастроф — переходов от стадии роста микротрубочки к ее укорочению.

11 **Засова Л.В.**

**Удивительный
и непознанный мир Венеры**

Благодаря близким размеру, плотности и, следовательно, составу, Венера заслужила титул «близница Земли». Но на этом сходство двух планет заканчивается. На самом деле Венера наименее похожа на Землю и наиболее загадочна среди всех планет земной группы.

21 **Моисеенко Т.И.**

**Эволюционные процессы
в современной биосфере**

В настоящее время накапливается все больше данных о том, что воздействие человека на окружающую среду изменяет геохимическое строение и энергетику биосферы, ее биогеохимические циклы и круговорот веществ. Как далеко может зайти это влияние и скажется ли оно на биосфере?

29 **Четверикова А.В.**

**Подземные воды России:
искусственное восполнение**

Чрезмерное использование подземных вод часто приводит к их истощению. Но изъятую воду можно восполнить, такие технологии существуют и активно применяются за рубежом. Станет ли реальностью искусственное восполнение подземных вод и в нашей стране?

34 **Панов Е.Н.**

**Шалашники —
строители и коллекционеры**

Этих пернатых принято рассматривать в качестве одного из примеров, подтверждающих существование и эффективность полового отбора. Однако в последние годы некоторые специалисты усомнились в реальности этой теории, обратив внимание на ее несоответствие с полученными ими эмпирическими данными.

Вести из экспедиций

46 **Гнездилов В.М.**

Затерянный Мадагаскар

Научные сообщения

54 **Федоров С.Е., Григорьев С.Е.,
Гармаева Д.К., Слепцов И.К.**

**Туматский хищник:
что показало вскрытие?**

57 **Горяшко Н.А.**

**Обыкновенная гага,
ее святой покровитель
и трансформации информации**

Времена и люди

68 **АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ АБРИКОСОВ**

К 140-летию со дня рождения
и 60-летию со дня смерти

Абрикосов А.И.

40 лет (70)

**Письма А.И.Абрикосова
1936 год (80)**

91

Новости науки

Обзор неба в рентгеновских лучах. **Семена Н.П.** (91). Первый внегалактический лазер: взгляд с «Радиоастро-на» (91). Проверка качества воды светом. **Булычева Е.В., Короткова Е.И.** (92). Обнаружены нервы в копулятивных органах пауков. **Михайлов К.Г.** (93). Гребень с охотничьим сюжетом из Северного Приохотья. **Лебединцев А.И.** (94).

95

Новые книги

CONTENTS:

- 3 Gudimchuk N.B., Zakharov P.N., Ulyanov E.V., Ataullakhanov F.I.**

Dynamic Microtubules: from Experiments to Models

Microtubules perform a whole range of key functions at all phases of cell life. These structures are dynamic: they change their length constantly. A new molecular-mechanical computer model revealed the mechanism of catastrophes — transitions from microtubule growth to its shortening.

- 11 Zasova L.V.**
**Surprising and Unknown
World of Venus**

Due to its closely resembling size, density and so, chemical composition, Venus is often referred as «Earth twin». But here the semblance of the two planets ends. Actually Venus is the least alike Earth and the most enigmatic among planets of the Earth group.

- 21 Moiseenko T.I.**
**Evolutionary Processes
in Contemporary Biosphere**

Today increasingly more data accumulates indicating that anthropogenic pressure on environment changes geochemical structure and energetics of biosphere, its biogeochemical cycles and cycles of matter. How far this influence can go and will it impact biosphere?

- 29 Chetverikova A.V.**
**Russian Underground Waters:
Artificial Recharge**

Overuse of underground waters often results in their depletion. But withdrawn water can be recharged, such technologies exist and actively applied abroad. Will artificial recharge of underground waters became reality in our country, too?

- 34 Panov E.N.**
Bowerbirds — Builders and Collectors

These birds are commonly viewed as an example confirming the existence and effectiveness of sexual selection. But in recent years some specialists became doubtful in reality of this theory paying attention to its inconsistency with observational evidence they obtained.

Notes from Expeditions

- 46 Gnezdilov V.M.**
Lost Madagascar

Scientific Communications

- 54 Fedorov S.E., Grigor'ev S.E., Garmeva D.K., Sleptsov I.K.**

Tumatu Predator: What Did Autopsy Reveal?

- 57 Goryashko N.A.**
**Common Eider, its Patron Saint
and the Transformation
of Information**

Times and People

- 68 ALEKSEY IVANOVICH ABRIKOSOV**
To 140th Anniversary of his Birth
and 60th Anniversary of his Death

Abrikosov A.I.

40 Years (70)

Letters by A.I. Abrikosov
Year 1936 (80)

- 91 Science News**

Survey of the Sky in X-rays. **Semena N.P.** (91). The First Extragalactic Maser: a View from «Radioastron» (91). Water Quality Testing Using Light. **Bulycheva E.V., Korotkova E.I.** (92). Discovery of Nerves in Sexual Organs of Spiders. **Mikhailov K.G.** (93). Comb with a Hunting Scene from the North Priokhot'e. **Lebedintzev A.I.** (94).

- 95 New Books**

Динамические микротрубочки: от экспериментов к моделям

Н.Б.Гудимчук, П.Н.Захаров, Е.В.Ульянов, Ф.И.Атауллаханов

Микротрубочки — один из трех основных типов белковых нитей клетки. Вместе с актиновыми и промежуточными филаментами они образуют клеточный каркас — цитоскелет. Благодаря своим уникальным механическим свойствам микротрубочки выполняют целый ряд ключевых функций на всех этапах жизни клетки, в том числе помогают организовать ее содержимое и служат «рельсами» для направленного транспорта внутриклеточных «грузов» — везикул и органелл. Микротрубочки — динамические структуры, они постоянно меняют свою длину за счет роста или укорачивания. Такое поведение, называемое динамической нестабильностью, существенно влияет на различные внутриклеточные процессы. Например, если клетка выпячивает часть цитоплазмы во время амёбозного движения, микротрубочки быстро заполняют новый объем, повышая в нем интенсивность внутриклеточного транспорта. Часть этих филаментов избирательно стабилизируется, тем самым задавая направление, вдоль которого перемещение «грузов» происходит более регулярно. Вдоль выделенной линии активизируются внутриклеточные процессы, а значит, создаются условия для возникновения у клетки полярности. Главенствующую роль динамика микро-



Никита Борисович Гудимчук, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Центра теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН и Детского центра гематологии, онкологии и иммунологии им.Дмитрия Рогачева. Область научных интересов — теоретическое и экспериментальное исследование механизмов деления клетки и динамики микротрубочек.



Павел Николаевич Захаров, младший научный сотрудник лаборатории биофизики Детского центра гематологии, онкологии и иммунологии. Занимается математическим моделированием митотического деления клетки.



Евгений Владимирович Ульянов, аспирант физического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных исследований — компьютерное моделирование динамики микротрубочек.



Фазоил Иноятович Атауллаханов, доктор биологических наук, профессор МГУ, директор Центра теоретических проблем физико-химической фармакологии, заведующий лабораторией биофизики Детского центра гематологии, онкологии и иммунологии. Научные интересы — клеточная биология, нелинейная динамика и самоорганизация в биологических системах.

© Гудимчук Н.Б., Захаров П.Н., Ульянов Е.В., Атауллаханов Ф.И., 2015

трубочек играет во время клеточного деления. Их способность менять длину интенсивно исследуется уже более 30 лет, однако механизмы, лежащие в основе этого феномена, все еще плохо изучены.

Строение и свойства микротрубочек

Микротрубочки — это линейные полимеры. Они построены из димеров белка тубулина, которые образуют 13 цепей — протофиламентов (рис.1). Каждый из них по бокам связан с двумя другими, и вся конструкция замкнута в цилиндр диаметром 25 нм. Такое строение обеспечивает микротрубочке прочность и большую изгибную жесткость: она может оставаться почти абсолютно прямой в масштабе клетки. Чтобы представить, насколько микротрубочка сложно сгибаема, мысленно увеличим ее до размеров стержня диаметром спагетти (около 2 мм). Такая «спица» не прогибалась бы, будь она длиной даже в сотни метров (высота современных небоскребов)! Жесткость позволяет микротрубочкам выполнять роль длинных прямых направляющих, которые организуют движение органелл внутри клетки. Остальные элементы цитоскелета (актиновые и промежуточные филаменты) существенно более гибкие, поэтому, как правило, используются клеткой в других целях.

Димер тубулина, из которого строится микротрубочка, состоит из мономеров двух типов. Внутри каждого протофиламента α -момеры одного димера соединяются с β -мономерами соседнего. Поэтому по всей длине микротрубочки, содержащей десятки и сотни тысяч димеров тубулина, все

они ориентированы одинаково. Тот конец микротрубочки, к которому обращены α -тубулины, называется минус-концом, а противоположный — плюс-концом. Благодаря такому упорядоченному расположению димеров микротрубочка имеет полярность, что обеспечивает направленность транспорта. Моторные белки, которые участвуют в перемещении «грузов» из одной части клетки в другую, «шагают» по микротрубочке, перетаскивая свою «ношу» за собой, как правило, только в одном направлении. Например, белок динеин двигает органеллы к минус-концу микротрубочки, а кинезин — к плюс-концу. Часто микротрубочки расположены в клетке радиально, а их плюс-концы направлены к ее периферии. Таким образом, кинезины осуществляют транспортировку из центра к внешней мембране, а динеины — от нее внутрь клетки. Поразительно, но в отростках аксонов везикулы и органеллы могут направленно передвигаться по микротрубочкам на расстояния в сотни микрометров и больше.

Динамическая нестабильность: в клетках и в пробирке

От обычных биополимеров микротрубочки отличаются не только механическими свойствами, но и уникальным динамическим поведением (рис.2). Обычный полимер растет монотонно до тех пор, пока скорость присоединения новых субъединиц из раствора не сравняется со скоростью отделения уже прикрепленных. Полимеризация же микротрубочки носит колебательный характер. Ее длина попеременно то увеличивается, то уменьшается при фиксированной концентрации димеров тубулина в растворе. В одних и тех же условиях сосуществуют растущие и укорачивающиеся микротрубочки. Переходы от стадии роста к укорочению называют катастрофами, а обратные — спасениями. Впервые такое поведение — динамическую нестабильность — обнаружили Т.Митчисон (T.Mitchison) и М.Киршнер (M.Kirschner) около 30 лет назад [1].

Динамическая нестабильность микротрубочек особенно важна во время митоза. Из них строится специальный аппарат для разделения клетки — веретено деления. Оно центрируется благодаря микротрубочкам, которые отталкиваются от клеточной мембраны. Далее, удлиняясь и укорачиваясь, они «обьезживают» пространство клетки в поисках хромосом. Отыскав их и закрепившись за них своими концами, микротрубочки развивают тянущие и толкающие силы, перемещая хромосомы к экватору клетки. Четко выстроив на нем генетический материал и тем самым обеспечив готовность клетки к разделению, микротрубочки растаскивают хромосомы к клеточным полюсам. Все это происходит благодаря динамической нестабильности микротрубочек. Незаменимая роль

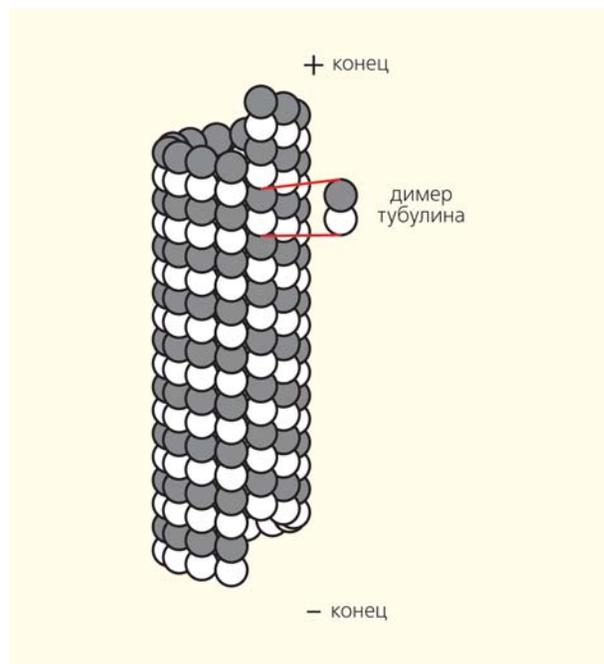


Рис.1. Схема микротрубочки.

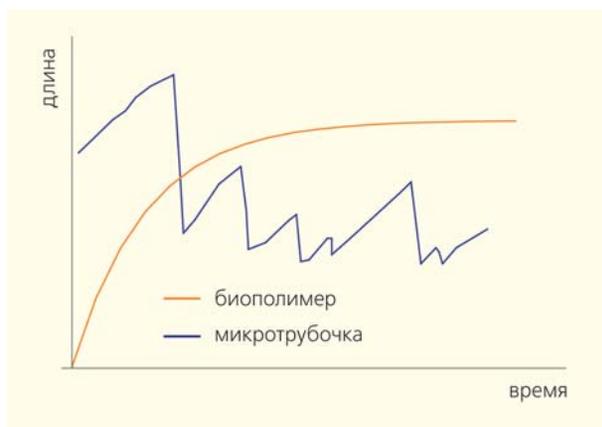


Рис.2. Характерная кинетика полимеризации обычного биополимера (оранжевая кривая) и микротрубочки (синяя).

динамики микротрубочек в митозе привела к разработке лекарств от онкологических заболеваний. Так, например, низкомолекулярное вещество таксол — известный противоопухолевый препарат, стабилизирующий микротрубочки, а значит, останавливающий деление раковых клеток.

Нестабильность микротрубочек проявляется не только в клетках, но и в пробирке — в растворе образующего их белка. Следовательно, для проявления ими этого свойства не требуется ничего, кроме тубулина. Он присоединяется из раствора к концу микротрубочки во время фазы ее роста или, наоборот, отделяется и уходит обратно в раствор во время стадии укорачивания. Тем не менее, другие клеточные белки могут влиять на параметры динамической нестабильности, например ускорять рост микротрубочек в клетках, менять (увеличивать или уменьшать) частоты катастроф и спасений. Известно, что в пробирке скорость роста микротрубочек и эти частоты многократно ниже, чем в клетках при той же концентрации тубулина.

Модель ГТФ-«шапочки»

Почему микротрубочки, в отличие от других биополимеров, динамически нестабильны? Рост микротрубочки, как сказано, происходит благодаря присоединению к ее концу димеров тубулина. Каждый мономер этого белка связан с молекулой гуанозинтрифосфата (ГТФ). Однако вскоре после присоединения тубулина к микротрубочке молекула ГТФ, связанная с β -субъединицей, гидролизуется до гуанозиндифосфата (ГДФ). ГТФ-димеры тубулина в составе протофиламента стремятся вытянуться, образовать линейную структуру, а ГДФ-димеры — изогнуться в рожек с радиусом кривизны около 20 нм. За счет постоянного присоединения ГТФ-димеров микротрубочка удлиняется, а на ее конце формируется «пояс» из мо-

лекул, еще не успевших гидролизовать ГТФ. Пытаясь выпрямиться, этот слой — ГТФ-«колпачок» (или -«шапочка») — не дает выгнуться наружу нижележащим ГДФ-димерам и таким образом предохраняет растущий конец микротрубочки от разборки. Считается, что микротрубочка устойчиво растет и защищена от катастрофы, пока на ее конце есть ГТФ-«шапочка». Исчезновение последней в результате гидролиза или случайного отделения ГТФ-димеров тубулина переводит микротрубочку в фазу укорочения.

Модель ГТФ-«шапочки» появилась практически сразу после открытия динамической нестабильности и покорила исследователей своей простотой и элегантностью. Получено уже довольно много экспериментальных фактов, подтверждающих эту модель. Один из классических опытов, показывающих, что на конце микротрубочки есть некая стабилизирующая структура, заключается в следующем. Растущую микротрубочку перерезают микроиглой или сфокусированным пучком ультрафиолетового света [2, 3]. Плюс-конец с отрезанной стороны немедленно начинает разбираться. Интересно, что минус-конец со стороны разреза обычно не разбирается, а продолжает расти. Р.Никлас (R.Nicklas) делал похожий опыт, но разрезал с помощью микроиглы микротрубочку в митотическом веретене внутри клетки [4]. Как и в предыдущем случае, микротрубочка тут же разбиралась со стороны разреза на плюс-конце и оставалась стабильной на минус-конце. Поведение последнего до сих пор остается загадкой, но результаты этих экспериментов сочли сильным доводом, подтверждающим наличие на растущем плюс-конце микротрубочки стабилизирующей ГТФ-«шапочки».

Другой важный аргумент в пользу этой модели появился, когда создали химически модифицированный ГТФ — очень похожий на свой прообраз, но практически неспособный к гидролизу. Когда в растворе плавают только такие молекулы, микротрубочки хорошо растут, но никогда не испытывают катастрофы [5]. Такое поведение подтверждает гипотезу о ГТФ-«шапочке»: ее слабогидролизуемый аналог никак не меняется со временем, а значит, не позволяет микротрубочке разбираться.

Косвенных доказательств существования ГТФ-«шапочки» много, однако ее до сих пор не удалось напрямую увидеть (хотя такие попытки предпринимались). По крайней мере, оценили размер минимальной структуры из слабогидролизуемого аналога ГТФ, которой достаточно, чтобы стабилизировать рост микротрубочки. Защитить ее от разборки, как оказалось, может «шапочка» всего в один слой димеров (при этом реально она может быть и толще). Наглядный способ оценить количество ГТФ-димеров на конце растущей микротрубочки — добавить белок с флуоресцентной меткой, который их распознает. Так называемый

плюс-концевой белок EB1 *in vitro* светится на расстоянии порядка сотни слоев тубулина, причем интенсивность флуоресценции падает от конца к телу микротрубочки. Если этот белок действительно предпочитает связываться именно с ГТФ-димерами, то подобное распределение свечения указывает на то, что ГТФ-«шапочка» может быть значительно больше одного слоя. Примечательно, что белок EB1 ярко окрашивает концы растущих микротрубочек, но начинает гаснуть за несколько секунд перед переходом филамента к катастрофе, как будто отражая постепенное исчезновение стабилизирующей ГТФ-«шапочки» [6]. Измеренная интенсивность флуоресценции белка EB1 на концах микротрубочек в живых клетках также свидетельствует в пользу большой (существенно толще одного слоя тубулинов) ГТФ-«шапочки» [7]. Кроме мечения микротрубочек белком EB1, «шапочку» также визуализировали в клетках с помощью специальных антител, узнающих ГТФ-тубулин [8]. Интересно, что они связывались не только с концами микротрубочек, но и образовывали «островки» на остальной поверхности.

Микротрубочки стареют?

Модель ГТФ-«шапочки» привлекла внимание исследователей прежде всего потому, что позволила объяснить, почему микротрубочка может устойчиво расти и укорачиваться и почему между этими фазами возможны переходы — катастрофы и спасения.

В 1995 г. Д.Одде (D.Odde) с соавторами провел простой, но важный эксперимент [9]. Они наблюдали за ростом микротрубочек в пробирке и решили построить распределение их длин. Оно

предполагалось экспоненциальным, но оказалось, что у него есть пик (рис.3). Значит, в начале роста микротрубочки имеют очень маленькую вероятность испытать катастрофу, а дальше, по мере их роста, эта вероятность повышается. Если переписать распределение длин микротрубочек в частоты катастроф, то получится возрастающая зависимость частоты катастроф от времени. Этот эффект назвали «старением» микротрубочек — они как будто «портятся» со временем. Иначе говоря, «молодые» микротрубочки могут расти стабильно, а «старые» уже более склонны к разборке. Необычное распределение времен жизни микротрубочек хорошо аппроксимируется гамма-распределением, которое характеризует процессы с фиксированным количеством последовательных шагов. Поэтому возникла идея, что лучше всего результаты проведенного эксперимента описывает теория, согласно которой катастрофа микротрубочки происходит за три последовательных стадии, когда в ней накопились определенные дефекты неизвестной природы [10]. Эта гипотеза, исходно достаточно сомнительная, тем не менее существенно подогрела интерес к исследованию динамики микротрубочек на уровне отдельных димеров тубулина.

Чего пока не может эксперимент и как помогает теория?

Обнаруженный феномен «старения» микротрубочек показал, что общепринятая, ставшая классической, модель ГТФ-«шапочки» — некоторое упрощение. Действительно, она только постулирует, что микротрубочка испытывает катастрофу, когда теряет свой стабилизирующий «колпачок»,

но не объясняет, как и почему это происходит, а также из-за чего же вообще микротрубочка может «стареть». Что за таинственные дефекты накапливаются внутри «стареющей» микротрубочки, приводя ее к катастрофе? Сколько их и в какой последовательности они должны проявляться? Может быть, речь идет о гидролизе отдельных молекул ГТФ внутри «шапочки» или о каком-то другом процессе, зависящем от не установленных пока событий совсем иной природы?

Естественно, исследователи хотели бы как можно тщательнее разглядеть «живые» микротрубочки, чтобы ответить на эти вопросы. Однако современный экспериментальный арсенал не позволяет это сделать. Мы можем или увидеть заморо-

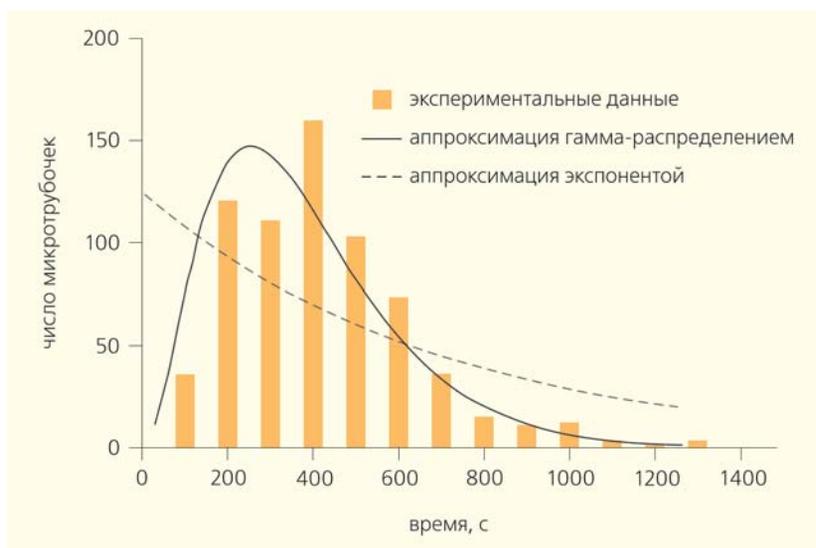


Рис.3. Экспериментальное распределение времен жизни микротрубочек и две альтернативные аппроксимации этих данных.

женную (обездвиженную) микротрубочку с нанометровым разрешением, например, с помощью электронного микроскопа, или проследить динамику микротрубочки со скоростью сотни кадров в секунду под оптическим микроскопом. К сожалению, невозможно получить соответствующие данные одновременно, чтобы четко их соотнести. Во многом по вине таких ограничений современной науке неизвестно, каков точный размер ГТФ-«шапочки» и как он меняется со временем, а также какую форму имеют концы микротрубочек и как она определяет их динамику.

На помощь экспериментам приходят теоретические методы исследования, в частности компьютерное моделирование. Оно может воссоздать микротрубочку с очень высоким пространственно-временным разрешением, правда, ценой неизбежных идеализаций и упрощений, адекватность которых нужно тщательно проверять (сравнивая результаты модельного и настоящего экспериментов). Идеальная компьютерная модель должна описывать все имеющиеся экспериментальные данные. Тогда на ее основе можно будет изучить механизмы наблюдаемого поведения микротрубочек и предсказать принцип действия белков, влияющих на динамику этих филаментов в клетках. Также станет возможным подбор химических соединений для управления поведением микротрубочек в медицинских целях.

На сегодняшний день создано множество моделей микротрубочек — от очень простых до весьма сложных. Самыми лучшими оказались наиболее детальные модели — молекулярные, которые учитывают, что микротрубочка состоит из многих протофиламентов и что ее структура дискретна (совокупность отдельных субъединиц — тубулинов). Первые такие модели стали появляться почти сразу после обнаружения динамической нестабильности в 1984 г. Работая с ансамблем взаимодействующих тубулинов, они воссоздают поведение микротрубочки как целого. Со времен первых молекулярных моделей накопилось много новых экспериментальных данных о микротрубочках. С тех пор уточнили их строение, измерили новые зависимости характеристик роста и укорочения от различных параметров, изучили поведение этих филаментов после разбавления тубулина, оценили размер ГТФ-«шапочки», открыли способность концов микротрубочек развивать тянущие и толкающие силы [11–19]. Это позволяло корректировать расчеты и все точнее задавать параметры взаимодействия тубулинов. Однако росли и требования к моделям, поскольку они должны непротиворечиво описывать весь набор имеющихся экспериментальных результатов. Таким образом, способы описания взаимодействия тубулинов совершенствовались и усложнялись. От простых моделей, где субъединицы либо взаимодействуют друг с другом, либо нет, перешли к так называемым молекулярно-механиче-

ским (самым современным и наиболее реалистичным). Они рассматривают молекулы тубулина как физические объекты, подчиняющиеся законам механики и движущиеся в поле тепловых соударений и потенциалов притяжения друг к другу [20–22]. В ранних молекулярно-механических расчетах динамики микротрубочек из-за ограниченной производительности компьютеров нельзя было подробно описать взаимодействие тубулинов на основе уравнений движения и с учетом тепловых колебаний. Однако эта цель оставалась очень притягательной для нашей команды, поскольку мы предполагали, что тепловые флуктуации играют существенную роль в динамике микротрубочек.

Новая молекулярно-механическая модель

Ускорения расчетов нам удалось достичь главным образом за счет технологии параллельных вычислений на крупнейшем суперкомпьютере «Ломоносов» (в вычислительном центре МГУ) [23]. Он способен производить $1.7 \cdot 10^{15}$ операций в секунду, что выводит его на первое место в Восточной Европе по производительности.

В рамках нашей новой модели субъединицы тубулина — это шарики, на поверхности которых размещены центры взаимодействий с «соседями» (рис.4). Рассматриваются два типа взаимодействий — продольные и боковые. Сами шарики могут существовать в двух состояниях, соответствующих ГТФ- и ГДФ-формам. В первом случае центры шариков стремятся выстроиться вдоль прямой, а во втором — вдоль дуги, соответствующей углу 22° (для каждой пары субъединиц). Центры взаимодействия притягиваются на близких расстояниях и перестают «чувствовать» друг друга на больших. Движения шариков описываются уравнениями Ланжевена (следствиями второго закона Ньютона), в которых мы пренебрегаем членами, содержащими ускорения частиц (так как эти слагаемые малы по сравнению с остальными). Субъединицы тубулина, удалившиеся от микротрубочки на расстояние, где они перестают с ней взаимодействовать, исключаются из рассмотрения. Также в систему периодически с некоторой вероятностью вводятся новые ГТФ-тубулины, которые появляются в случайной позиции на конце микротрубочки. Внутри нее они могут с определенной вероятностью подвергаться гидролизу — превращаться в ГДФ-субъединицы, которые тут же хотят расположиться по дуге, т.е. сформировать изогнутый протофиламент. Но последний необязательно сразу изгибается, так как от этого его могут удерживать боковые связи. Полученная таким образом система взаимодействующих тубулинов эволюционирует во времени: микротрубочка растет, испытывает катастрофу, укорачивается, спасается и вновь удлиняется. При этом наша модель хорошо описывает харак-

терные формы концов растущей и укорачивающейся микротрубочек, воспроизводит наблюдаемые в экспериментах зависимости динамических характеристик от концентрации тубулина в растворе, а также феномен «старения» микротрубочек. Итак, с помощью моделирования, исходя из простых и понятных принципов и без каких-либо экзотических допущений, мы получили на экране компьютера виртуальную микротрубочку — объект, обладающий всеми основными свойствами своего реального прототипа. Рассчитав координаты всех субъединиц микротрубочки, мы можем с беспрецедентными разрешением и достоверностью узнать все о каждом элементе модельной микротрубочки в любой момент времени. Остается только проанализировать сложную последовательность событий в жизни микротрубочки и понять, какие из них и как приводят ее к переключению от роста к укорачиванию.

Что же происходит с микротрубочкой перед катастрофой? Сначала мы выяснили, выполняется ли в нашей модели какой-либо из двух ранее предложенных гипотетических сценариев этого события. Согласно одному из них, в структуре микротрубочки по мере ее роста могут возникать и сохраняться дефекты, например «дырки» в стенке, возникающие из-за того, что один из протофиламентов замедляет или прекращает свой рост (рис.5,а) [10]. В нашей модели нет никаких искусственно вложенных оснований для приостановки роста отдельных протофиламентов. Поэтому такая ситуация практически никогда не реализуется,

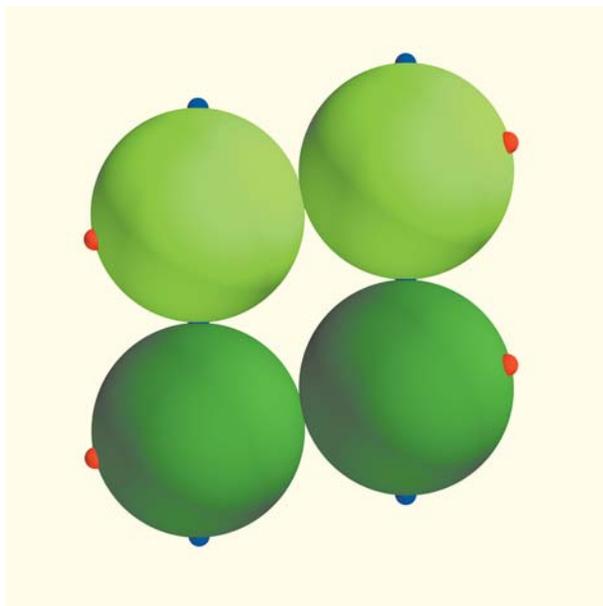


Рис.4. Два димера тубулина в молекулярно-механической модели. Светло-зеленым цветом изображены β -мономеры, темно-зеленым — α -мономеры. Красные и синие точки на поверхности мономеров соответствуют центрам бокового и продольного взаимодействия соответственно.

ся, а следовательно, не может быть объяснением механизма «старения» микротрубочек и возникновения катастроф. Вторая гипотеза гласит, что увеличение склонности микротрубочки испытывать катастрофы («старение») происходит по мере постепенного заострения ее конца (рис.5,б) [24]. Мы тщательно изучили разброс длин у протофиламентов микротрубочки в нашей модели и выяснили, что он быстро достигает некоей устойчивой формы, после чего микротрубочка остается с этим уровнем заостренности. Даже если искусственно создать конфигурацию микротрубочки с концом, в котором длины отдельных протофиламентов будут сильно различаться, то довольно скоро растущая белковая нить, предоставленная сама себе, достигнет все того же устойчивого уровня заостренности, к которому она обычно стремится. Таким образом, медленное заострение конца растущей микротрубочки тоже не может объяснить феномен ее «старения» в нашей модели. Мы также обратили внимание, что и размер ГТФ-«шапочки» не имеет тенденции постепенно уменьшаться (хотя существенно колеблется во время роста микротрубочки), а значит, он не может быть причиной катастрофы.

Отсутствие явного кандидата на медленный необратимый дестабилизирующий процесс привело нас к мысли, что, возможно, его и вовсе нет. А катастрофа происходит не в результате медленного накопления каких-либо дефектов, а из-за возникновения множества короткоживущих обратимых событий. Они время от времени накапливаются на конце микротрубочки и тогда приводят ее к катастрофе (рис.5,в). Наиболее вероятное событие, приводящее к дестабилизации микротрубочки, — возникновение изогнутого «рожка» на ее конце. Действительно, если протофиламент отогнулся, то даже в случае присоединения к его концу новых субъединиц тубулина из раствора микротрубочка не становится более стабильной и продолжает укорачиваться. Однако один изогнутый протофиламент может легко обломиться и отделиться от микротрубочки. Поэтому по-настоящему дестабилизирующий эффект будут оказывать только несколько изогнутых протофиламентов, образовавшихся на конце микротрубочки одновременно. Количество не прямых протофиламентов, возникающих незадолго до катастрофы в наших расчетах, подтверждает этот вывод.

Таким образом, компьютерное моделирование позволило пролить свет на механизм возникновения катастроф. Оказалось, что в этом процессе важную роль играет не только число ГТФ-димеров, но и механические конфигурации протофиламентов. Катастрофа — результат единовременного образования множества обратимых короткоживущих событий (изогнутых протофиламентов) на конце микротрубочки. Это дополняет классическую модель ГТФ-«шапочки» недостающими деталями, объясняя, как и почему может

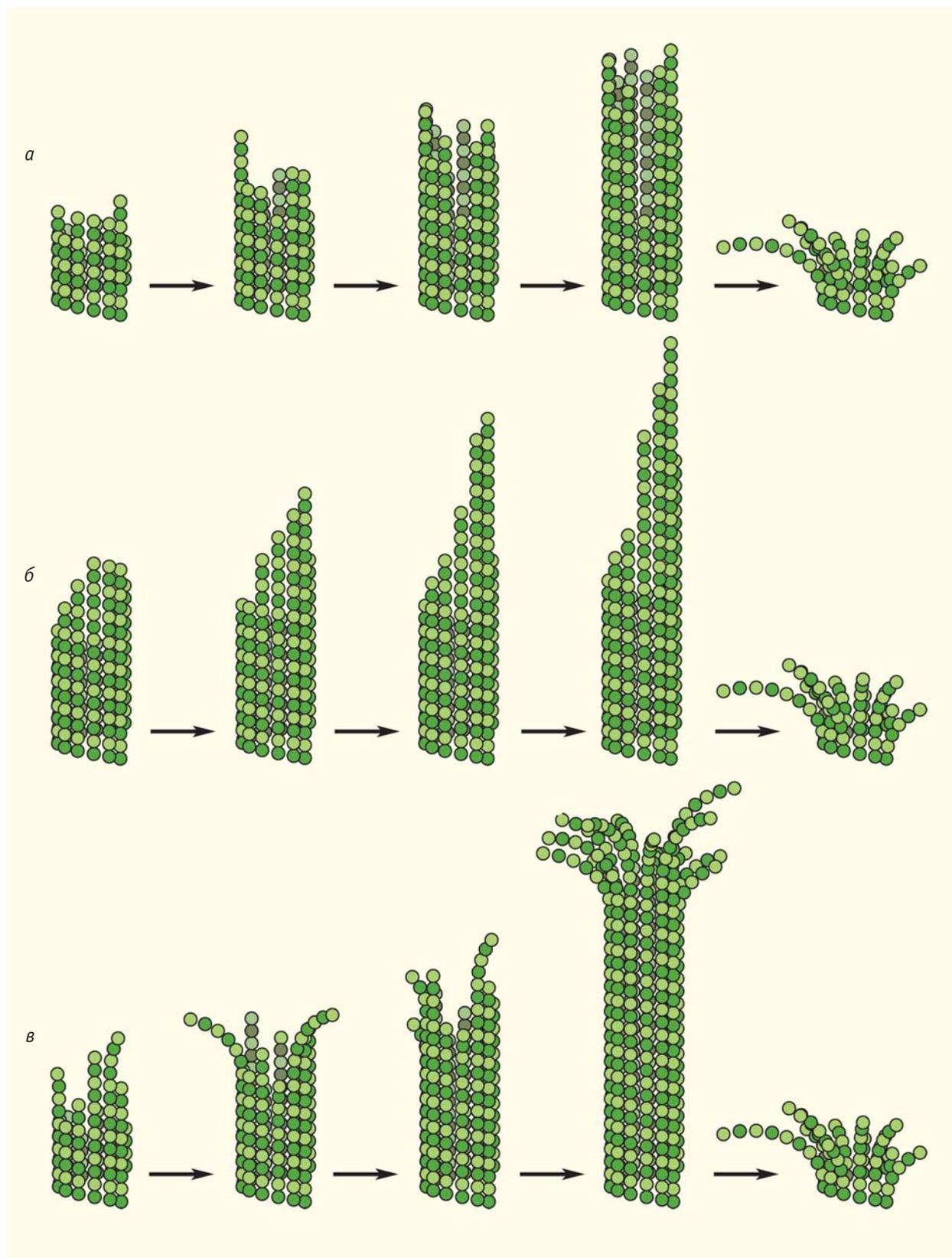


Рис.5. Возможные сценарии «старения» микротрубочек. Возникновение катастрофы может происходить за счет накопления необратимых дефектов в виде прекративших расти протофиламентов (*а*); заострения конца микротрубочки (*б*); возникновения множества отогнутых протофиламентов на конце микротрубочки (*в*).

происходить катастрофа микротрубочки. Мы надеемся, что компьютерное моделирование со временем позволит ответить и на другие вопросы о динамике этих филаментов. Каков механизм спасения микротрубочек? Почему их плюс- и ми-

нус-концы в экспериментах по перерезанию пучком ультрафиолетового света или микроиглой ведут себя по-разному? Как белки-модуляторы и потенциальные лекарства воздействуют на динамику микротрубочек? ■

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда «Династия» (грант для молодых биологов) и гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук.

Литература

1. *Mitchison T., Kirschner M.* Dynamic instability of microtubule growth // *Nature*. 1984. V.312. P.237–242.
2. *Walker R.A., Inoué S., Salmon E.D.* Asymmetric behavior of severed microtubule ends after ultraviolet-microbeam irradiation of individual microtubules in vitro // *J. Cell Biol.* 1989. V.108. P.931–937.
3. *Tran P.T., Walker R.A., Salmon E.D.* A metastable intermediate state of microtubule dynamic instability that differs significantly between plus and minus ends // *J. Cell Biol.* 1997. V.138. P.105–117. doi:10.1083/jcb.138.1.105
4. *Nicklas R.B., Lee G.M., Rieder C.L. et al.* Mechanically cut mitotic spindles: clean cuts and stable microtubules // *J. Cell Sci.* 1989. V.94. P.415–423.
5. *Hyman A.A., Salsler S., Drechsel D.N. et al.* Role of GTP hydrolysis in microtubule dynamics: information from a slowly hydrolyzable analogue, GMPCPP // *Mol. Biol. Cell.* 1992. V.3. P.1155–1167. doi:10.1091/mbc.3.10.1155
6. *Maurer S.P., Fourniol F.J., Bobner G. et al.* EBs recognize a nucleotide-dependent structural cap at growing microtubule ends // *Cell*. 2012. V.149. P.371–382. doi:10.1016/j.cell.2012.02.049
7. *Seetapun D., Castle B.T., McIntyre A.J. et al.* Estimating the microtubule GTP cap size in vivo // *Curr. Biol.* 2012. V.22. P.1681–1687. doi:10.1016/j.cub.2012.06.068
8. *Dimitrov A., Quesnoit M., Moutel S. et al.* Detection of GTP-tubulin conformation in vivo reveals a role for GTP remnants in microtubule rescues // *Science*. 2008. V.322. P.1353–1356. doi:10.1126/science.1165401
9. *Odde D.J., Cassimeris L., Buettner H.M.* Kinetics of microtubule catastrophe assessed by probabilistic analysis // *Biophys. J.* 1995. V.69. P.796–802. doi:10.1016/S0006-3495(95)79953-2
10. *Gardner M.K., Zanic M., Gell C. et al.* Depolymerizing kinesins Kip3 and MCAK shape cellular microtubule architecture by differential control of catastrophe // *Cell*. 2011. V.147. P.1092–1103. doi:10.1016/j.cell.2011.10.037
11. *Mandelkow E.M., Mandelkow E., Milligan R.A.* Microtubule dynamics and microtubule caps: a time-resolved cryo-electron microscopy study // *J. Cell Biol.* 1991. V.114. P.977–991.
12. *Walker R.A., O'Brien E.T., Pryer N.K. et al.* Dynamic instability of individual microtubules analyzed by video light microscopy: rate constants and transition frequencies // *J. Cell Biol.* 1988. V.107. P.1437–1448.
13. *Walker R.A., Pryer N.K., Salmon E.D.* Dilution of individual microtubules observed in real time in vitro: evidence that cap size is small and independent of elongation rate // *J. Cell Biol.* 1991. V.114. P.73–81.
14. *Voter W.A., O'Brien E.T., Erickson H.P.* Dilution-induced disassembly of microtubules: relation to dynamic instability and the GTP cap // *Cell Motil. Cytoskeleton*. 1991. V.18. P.55–62.
15. *O'Brien E.T., Voter W.A., Erickson H.P.* GTP hydrolysis during microtubule assembly // *Biochemistry*. 1987. V.26. P.4148–4156.
16. *Drechsel D.N., Kirschner M.W.* The minimum GTP cap required to stabilize microtubules // *Curr. Biol.* 1994. V.4. P.1053–1061. doi:10.1016/S0960-9822(00)00243-8
17. *Caplow M., Shanks J.* Evidence that a single monolayer tubulin-GTP cap is both necessary and sufficient to stabilize microtubules // *Mol. Biol. Cell*. 1996. V.7. P.663–675. doi:10.1091/mbc.7.4.663
18. *Grischuk E.L., Molodtsov M.I., Ataulakhanov F.I. et al.* Force production by disassembling microtubules // *Nature*. 2005. V.438. P.384–388. doi:10.1038/nature04132
19. *Dogterom M., Yurke B.* Measurement of the force-velocity relation for growing microtubules // *Science*. 1997. V.278. P.856–860. doi:10.1126/science.278.5339.856
20. *Molodtsov M.I., Ermakova E.A., Shnol E.E. et al.* A molecular-mechanical model of the microtubule // *Biophys. J.* 2005. V.88. P.3167–3179. doi:10.1529/biophysj.104.051789
21. *VanBuren V., Cassimeris L., Odde D.J.* Mechanochemical model of microtubule structure and self-assembly kinetics // *Biophys. J.* 2005. V.89. P.2911–2926. doi:10.1529/biophysj.105.060913
22. *Efremov A., Grischuk E.L., McIntosh J.R. et al.* In search of an optimal ring to couple microtubule depolymerization to processive chromosome motions // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007. V.104. P.19017–19022. doi:10.1073/pnas.0709524104
23. *Воеводин В.В., Жуматий С.А., Соболев С.И. и др.* Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // *Открытые системы*. 2012. Т.7. С.36–39.
24. *Coombes C.E., Yamamoto A., Kenzie M.R. et al.* Evolving tip structures can explain age-dependent microtubule catastrophe // *Curr. Biol.* 2013. V.23. P.1342–1348. doi:10.1016/j.cub.2013.05.059

Удивительный и непознанный мир Венеры



К сожалению, проект ВЕГА поставил последнюю точку в истории наших исследований Венеры. Думаю, что расставание с этой планетой было ошибкой: мы потеряли «экологическую нишу», одну из немногих областей, где были впереди многие годы, и не только в исследованиях планет, а в фундаментальных космических исследованиях вообще.

Л.В.Засова

В.И.Мороз*

Венера (Иштар, Люцифер, Матрона и др.) — красивейшая утренняя и вечерняя «звезда», ближайшая к нам планета и самый яркий после Солнца и Луны объект на небе. Венера расположена ближе к Солнцу, но ее облака отражают около 80% поступающей солнечной энергии, и, несмотря на различие в расстоянии от Солнца, она получает примерно столько же солнечной энергии, сколько и наша планета. К тому же, благодаря близким значениям размера, плотности и, следовательно, состава, Венера заслужила титул «близнеца Земли». Впрочем, на этом сходство двух планет заканчивается. На самом деле Венера наименее похожа на Землю и наиболее загадочна среди всех планет земной группы (рис.1).

Начало научных наблюдений Венеры в телескоп было положено в 1610 г. Галилео Галилеем. Он описал фазы Венеры, наглядно показав, что она светит отраженным солнечным светом. Исследование ее как планеты через 150 лет начал М.В.Ломоносов, который открыл атмосферу Венеры при наблюдении ее прохождения по диску Солнца: «Планета Венера окружена знатной воздушной атмосферой, таковой (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного» [1].



Людмила Вениаминовна Засова, доктор физико-математических наук, заведующая лабораторией спектроскопии планетных атмосфер Института космических исследований РАН. Область научных интересов — физика планет, атмосферы планет земной группы, спектроскопия, динамика.

Планета выглядит в телескоп однородным желтоватым диском, ее покрывает плотный, без разрывов, облачный слой, полностью скрывающий поверхность от глаз наблюдателя. Только в 30-х годах прошлого века, через 170 лет после открытия атмосферы, были получены первые представления о ее составе — обнаружен углекислый газ. По поляризационным измерениям еще в 20-х годах определили размер частиц (~1 мкм) в видимом об-

* Мороз В.И. О былом и несбывшемся // Василий Иванович Мороз. Победы и поражения. Рассказы друзей, коллег, учеников и его самого. М., 2014.

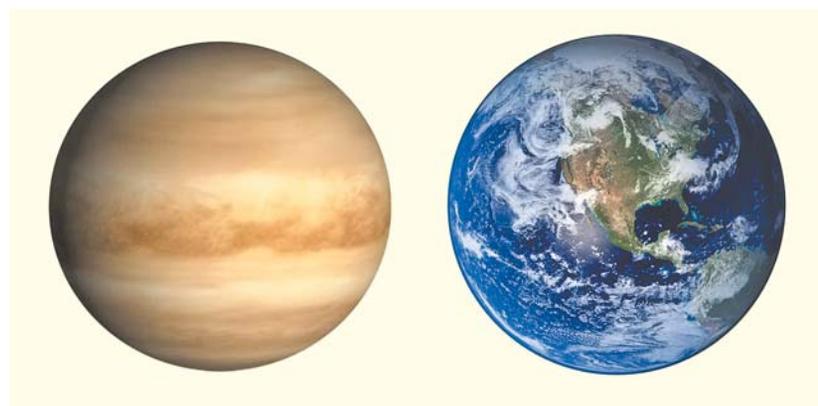


Рис.1. Венера — «сестра Земли». Венера в УФ-диапазоне (снимок NASA). Справа для сравнения приведено изображение Земли.

лачном слое, но то, что аэрозольные частицы состоят из серной кислоты высокой концентрации, удалось выяснить лишь в 70-х, также в результате поляризационных измерений [2]. Желтоватый цвет Венеры, обусловленный поглощением в УФ и синем диапазонах спектра, до сих пор не имеет объяснения, хотя природа «неизвестного УФ-поглотителя» обсуждается в течение десятилетий.

В 50-х годах по наблюдениям теплового излучения планеты в радиодиапазоне были получены оценки температуры (~480°C), но уверенности, что температура относится к поверхности, а не к ионосфере, не было. До того времени оставалась надежда, что поверхность Венеры может быть пригодной для обитания. Открытие же высокой температуры разочаровало тех, кто хотел увидеть в Венере подобие ранней Земли с теплым и влажным климатом.

Неудивительно, что космические исследования планет начались именно с Венеры, которую межпланетные аппараты фактически открыли заново.

Немного из истории космических исследований Венеры

В СССР космические исследования Венеры начались в 1961 г., когда к ней стартовала «Венера-1». Но, так же как и с последующими «Венерой-2 и -3», связь с Землей была потеряна задолго до приближения к планете. Однако затем все космические аппараты, начиная с «Венеры-4» и заканчивая ВЕГА-1 и -2 («Венера—Галлей»), которые были изготовлены в Научно-производственном объединении им.С.А.Лавочкина (НПОЛ) под руководством Г.Н.Бабакина, оказались успешными. «Венера-4» в 1967 г. стала первым зондом, проникшим в атмосферу планеты (правда, поверхности, как и «Венера-5 и -6», она не достигла). После измерения радиоизлучения американским космическим аппаратом «Mariner-2» (1962) стало ясно, что температура ~480°C, скорее всего, относится к поверхности, но давления в 100 бар (сто земных атмосфер!) никто не ожидал, и первые спускаемые аппараты были просто раздавлены в атмосфере. Тем не менее во время спуска первых «Венер» в атмосфере с 60 до 20 км удалось получить уникальные результаты: вертикальные профили температуры, давления, скорости ветра. С помощью газовых анализаторов был уточнен состав атмосферы (97% CO₂, 2% N₂, <1% O₂, следы H₂O), открыта водородная корона, было показано, что планета не имеет собственного магнитного поля и радиационных поясов.

Первые аппараты, успешно опустившиеся на поверхность, — «Венера-7» (1970) и «Венера-8» (1972) — проработали в «адских услови-

ях» 27 и 50 мин соответственно. Прямые измерения давления и температуры на поверхности планеты показали значения $P = 90 \pm 15$ бар и $T = 475 \pm 20$ °C. Оказалось, что под облачным слоем толщиной более 20 км на поверхности Венеры не так уж и темно. Экстраполированная к полудню освещенность под слоем облаков благодаря рассеянному свету составляла 1000—3000 лк (как в сумерках на Земле).

Последующие, более тяжелые, космические станции из серии «Венера» с более емкой научной нагрузкой запускались в 70—80-х годах с помощью ракеты «Протон». Они «жили» в экстремальных условиях на поверхности до двух часов. «Венера-9 и -10» содержали как посадочные, так и орбитальные аппараты. Они получили черно-белые панорамы поверхности и впервые позволили заглянуть под облачный слой планеты. Место посадки «Венеры-9» представляло собой россыпь довольно крупных камней в области Бета Регио. «Венера-10» опустилась в 2200 км от своей предшественницы на хорошо различимые базальтовые плиты со следами выветривания. По содержанию естественных радиоактивных элементов (калия, урана и тория) состав грунта оказался аналогичным земным вулканическим базальтам.

«Венера-11 и -12» измеряли *in situ* концентрации инертных газов: неона, аргона, криптона, а также SO₂ и CO под облаками. Отношение ³⁶Ar/⁴⁰Ar для Венеры оказалось близким к 1, что выше земного в 300 раз. Оно говорит о различии процессов газообмена на Земле и Венере. Изотоп ³⁶Ar — реликтовый, тогда как ⁴⁰Ar образуется из ⁴⁰K в коре планеты при радиоактивном распаде и попадает в атмосферу в результате дегазации.

Во время спуска измерялись спектры в ближнем ИК-диапазоне (рис.2). Основная цель эксперимента — определение вертикального профиля содержания H₂O. Оказалось, что в нижней атмосфере оно практически постоянно и составляет 30±10 ppm* на высотах от 50 км до поверхности. Ранее прямые измерения давали противоречивые и слишком высокие значения (100 и даже 1000 ppm H₂O под облаками). Таким образом, была решена проблема содержания воды в атмосфере Венеры. Ее оказалось значительно меньше, чем ожидалось.

На посадочных аппаратах «Венера-13 и -14» панорамная съемка была уже цветной. На изображении видна обезвоженная и безжизненная каменная пустыня, раскинувшаяся под мощным слоем плотной атмосферы (рис.3). Порода в месте посадки также была аналогичной земным базальтам.

В 1983 г. на орбиты искусственных спутников планеты вывели космические аппараты «Ве-

* Одна часть на миллион.

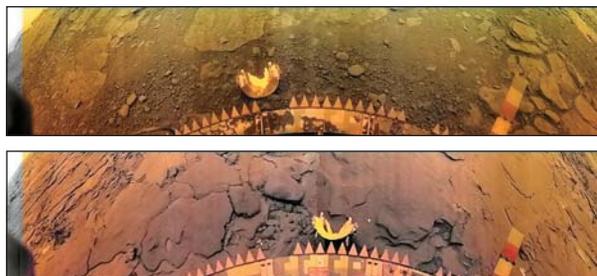
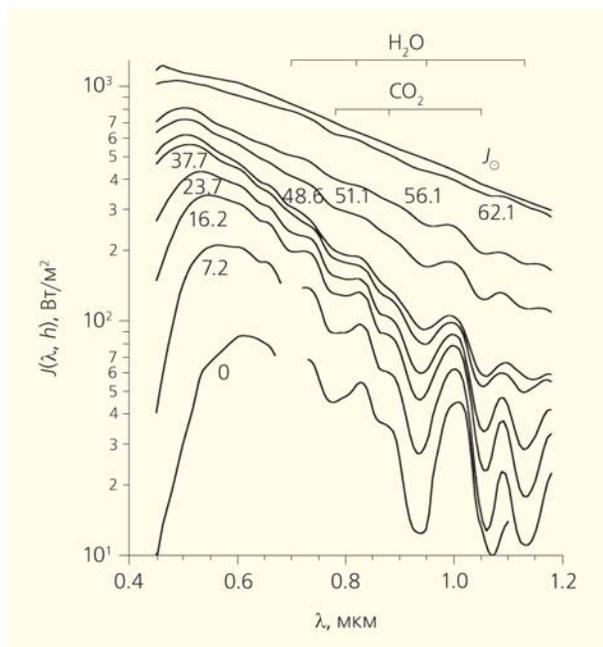


Рис.3. Панорамы поверхности Венеры, полученные в декабре 1982 г. посадочными аппаратами «Венера-13» (вверху) и «Венера-14».

www.laspace.ru

Рис.2. Спектры рассеянного солнечного излучения в атмосфере Венеры, полученные спектрометром на посадочном аппарате «Венера-11». Числа около кривых — высота (км) над поверхностью. Интенсивность полос поглощения H_2O и CO_2 растет с погружением в атмосферу [3].

нера-15 и -16», основной задачей которых стало радарное картирование поверхности (рис.4). Толстый облачный слой не позволяет увидеть поверхность, но радарные наблюдения открывают нам мир под облаками. Были получены карты северного полушария Венеры с горизонтальным разрешением 0.9—2.5 км и вертикальным — 50 м. Фурье-спектрометр (ФС) на «Венере-15» использовал очень информативный для изучения планеты спектральный диапазон 6—45 мкм. Находясь на оптимальной полярной орбите, он выдал результаты, часть из которых остаются уникальными и ныне: 3D-поля температуры, аэрозоля, скорости ветра, водяного пара, двуокиси серы в мезосфере [4]. Более 20 лет спустя планетный фурье-спектрометр (ПФС) на «Venus Express» (VEX), обладавший несравненно большими возможностями, к сожалению, не сработал.

Последние советские аппараты, направленные СССР к Венере, — ВЕГА-1 и -2 — посетили ее в 1985 г. на пути к комете Галлея. Спускаемые аппараты массой около 2 т содержали посадочные аппараты и атмосферные зонды с комплексом научных приборов. Впервые было выполнено бурение. Состав поверхности в месте посадки, как и в других случаях, соответствовал базальтам.

Тогда же впервые в атмосферу другой планеты запустили аэростатные зонды, которые дрейфовали более 48 ч на высоте 53—55 км, проводя измерения метеорологических параметров атмосферы и передавая их непосредственно на Землю.

После этого в СССР и в России космических запусков к Венере не производилось.

В США в 1978 г. была осуществлена миссия «Pioneer Venus», представляющая собой двойной запуск: первый — орбитальный аппарат,

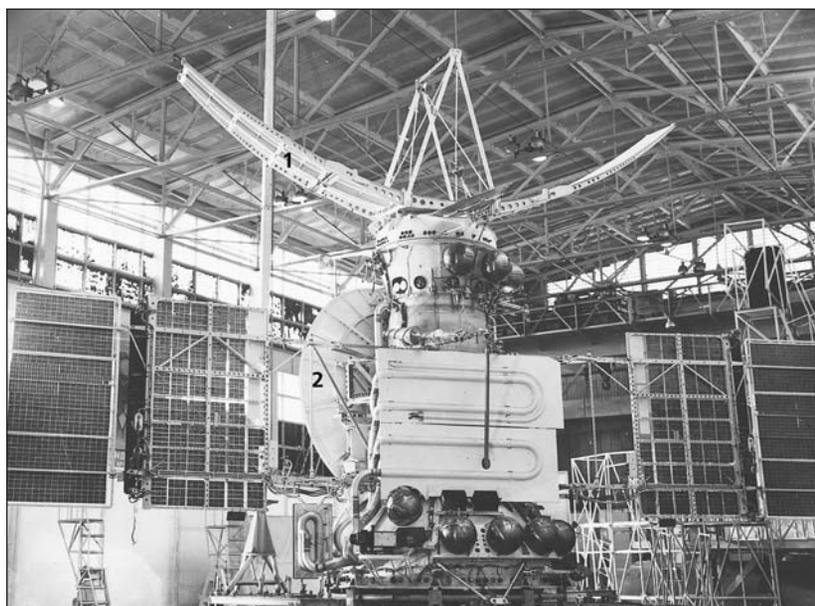


Рис.4. Автоматическая межпланетная станция «Венера-15». 1 — радиолокатор бокового обзора, 2 — остронаправленная антенна для передачи информации на Землю.

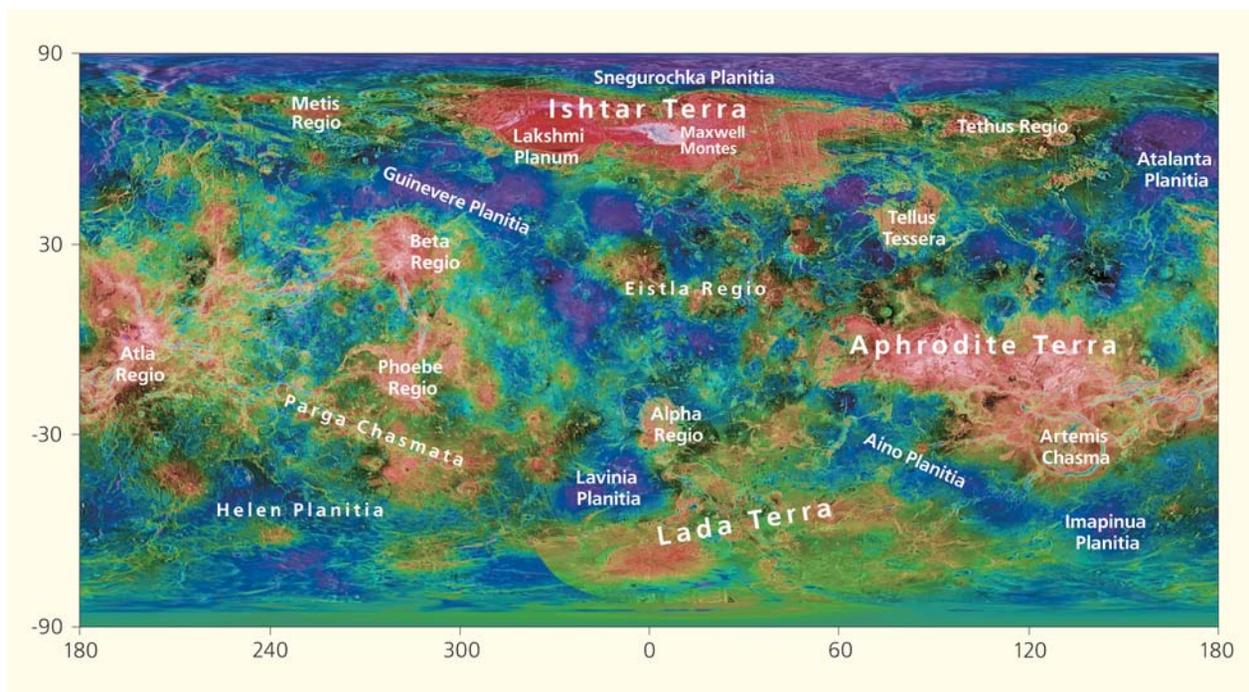


Рис.5. Карта Венеры. Радарное картирование космическим аппаратом «Magellan» [5].



Рис.6. Не исключено, что вулканы на Венере действуют и сейчас.

www.esa.int

второй — один большой и три малых посадочных аппарата. Они получили обилие данных, касающихся атмосферы, но все спускаемые аппараты отключились на высоте около 12 км. Так что успешно работали на поверхности только советские аппараты.

Эстафету приняла американская миссия «Magellan», выведенная на орбиту вокруг Венеры в 1990 г. Основная ее задача — радарное картирование поверхности (рис.5), предпринятое после «Pioneer Venus» и «Венеры-15 и -16». В результате миссии «Magellan» была покрыта картами с разрешением до 100—200 м большая часть планеты (за исключением полярных районов). Оказалось, что поверхность Венеры геологически наиболее молодая среди планет Солнечной системы: 80% ее было обновлено за счет лавовых извержений в течение последнего миллиарда лет. Морфология кратеров, отчетливо различаемых на радарных картах, указывала, что на протяжении последних 500 млн лет сильной геологической активности на планете не наблюдалось.

После «Magellan» Венера «отдыхала» от земных посланников более 10 лет, пока в 2005 г. Европейским космическим агентством (ЕКА) не был запущен аппарат «Venus Express». Достигнув планеты в 2006 г., он успешно проработал на орбите восемь лет и закончил свое существование в начале 2015 г., погрузившись в атмосферу планеты. Анализ полученных VEX данных подтвердил: на Венере очень мало воды. К наиболее важным результатам этой миссии относится обнаружение эмиссионных полос гидроксила (полос Мейнеля) и озона, исследование строения облаков, картирование нижнего облачного слоя (в спектральных окнах прозрачности) на ночной стороне планеты, детальное изучение полярного «диполя», мониторинг температуры мезосферы, определение состава надоблачной и подоблачной атмосферы, ее динамики и др.

Кроме того, камера VMC («Venus Monitoring Camera») на ночной стороне планеты в окне прозрачности около 1 мкм запечатлела «теплые» участки повышенной и переменной яркости в геологически молодой области Ганики Часма, которые могут представлять собой лавовые потоки [6]. Это означает, что существование вулканической активности на Венере вполне возможно (рис.6).

Атмосфера и климат Венеры

Сходный состав Земли и Венеры (их средние плотности близки) говорит об их образовании из одного и того же протопланетного вещества. Не очень большое различие в содержании таких устойчивых молекул, как N_2 (на Венере

азота всего второе больше), также указывает на сходные условия возникновения обеих планет. Следовательно, столь драматическое современное различие этих планет связано с их неодинаковыми эволюционными путями.

Очевидно, что основная причина климатических различий Земли и Венеры кроется в свойствах их атмосфер. Атмосфера Венеры почти в 100 раз массивнее земной и на 96.5% состоит из углекислого газа с примесью азота (3.5%) и других газов — малых составляющих: SO_2 , Ar, H_2O , CO, OCS, He, Ne, HCl, HF. Полная масса углекислоты на Земле и Венере сравнима. Но на Земле углекислота спрятана в твердых карбонатах и известковых отложениях, связанных с древними примитивными организмами. Формирование карбонатов, как и условия возникновения жизни, определяется многими процессами (тектоническими, радиацией, температурой). На Земле, по-видимому, решающую роль сыграл океан. Сейчас воды на Земле на пять порядков больше, чем на Венере (слой осажденной воды на ней не превысил бы 3 см против 3 км на Земле). Миллиарды лет назад на Венере, скорее всего, воды было значительно больше. Планета могла потерять и продолжает терять воду в результате диссипации. Эксперимент ASPERA («Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms») VEX обнаружил, что «убегающие» атомы кислорода и водорода находятся в отношении 1:2, что указывает на разрушение молекул H_2O . Отношение изотопов водорода D/H превышает земные значения более чем в 150 раз — «убегают» более легкие атомы, обладающие более высокими скоростями теплового движения.

Однако расчеты показывают, что современная скорость диссипации недостаточна для объяснения потери планетой всей воды. Либо скорость диссипации в прошлом была значительно выше, либо действуют и другие процессы, удаляющие воду. Например, значительное количество воды может быть связанным в минералах.

Высокая температура поверхности Венеры поддерживается за счет парникового эффекта, который обеспечивает мощная углекислотная атмосфера. Понятие «парниковый эффект» к Венере было применено даже раньше, чем к Земле. Если бы венерианская атмосфера не задерживала тепло, поверхность планеты была бы холоднее примерно на 500° (!). Парниковые газы в атмосфере Венеры — это CO_2 , H_2O , OCS, CO, SO_2 . Имея сильные полосы поглощения в ИК-области спектра, они не позволяют тепловому излучению беспрепятственно покидать планету, предохраняя поверхность на ночной стороне от сильного охлаждения (свой вклад вносят и облака, однако решающая роль в парниковом эффекте принадлежит все же CO_2).

Облака

Венера покрыта толстым слоем облаков, протяженностью по высоте свыше 20 км и оптической толщиной 20–40 единиц (чему соответствует ослабление прямого излучения в сотни миллионов раз в видимом диапазоне). Слой состоит из трех разделенных частей: верхней, средней и нижней. Основной компонент облаков — серная кислота концентрацией $\geq 75\%$. Верхний слой (60–70 км) — разреженный, со шкалой высоты 4 км в низких широтах и уменьшающийся до 1–2 км к полюсам. Высота верхней границы верхнего слоя, по данным VIRTIS («Visible and InfraRed Thermal Imaging Spectrometer») и ФС «Венеры-15» понижается к полюсам, а высота среднего слоя (по данным ФС) не зависит от широты (рис.7).

Верхний слой содержит частицы двух типов (мода): субмикронные и микронные. Характерный размер частиц растет с глубиной. В среднем (ниже 57 км) и нижнем (48–50 км) облачных слоях появляются крупные частицы (мода 3), радиус которых достигает 3–4 мкм. Концентрация серной кислоты изменяется от 75–80% в верхнем слое до 90% в нижнем. Таким образом, капли серной кислоты имеют в своем составе 10–25% воды. Температура и давление в нижнем облачном слое не сильно отличаются от условий на поверхности Земли. Космические аппараты ВЕГА-1 и -2 обнаружили в нем хлор, серу и фосфор [8].

Облака Венеры практически не поглощают солнечное излучение в видимом и ближнем ИК-диапазоне, и оно, многократно рассеянное, доходит до поверхности. На ночной стороне планеты, в окнах прозрачности между полосами CO_2 (1.0; 1.1; 1.18; 1.27; 1.74; 2.35 мкм), непосредственно наблюдается тепловое излучение горячей

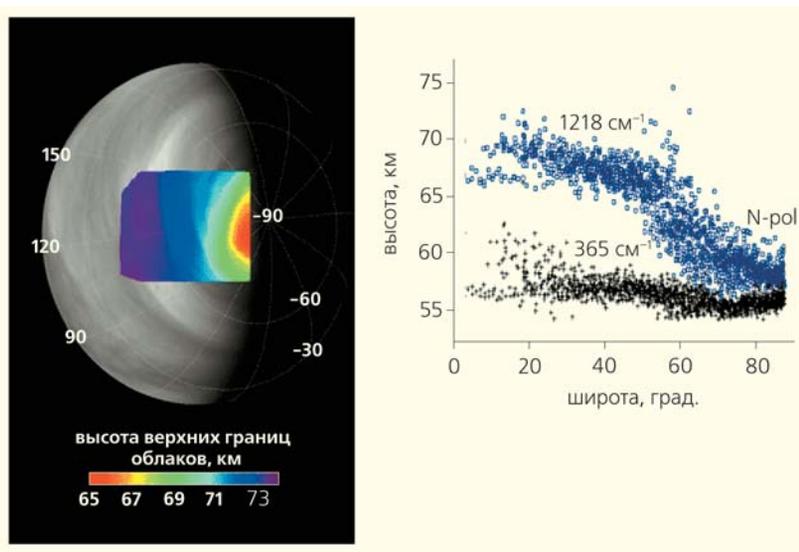


Рис.7. Карта высот верхней границы облаков, вычисленная по глубине полосы 1.5 мкм CO_2 в южной полярной области Венеры (VIRTIS VEX) и наложенная на УФ-изображение, которое получила камера VMC VEX (слева). Положение верхних границ верхнего и среднего облачных слоев в северном полушарии по измерениям на 1218 cm^{-1} и 365 cm^{-1} соответственно, выполненным ФС «Венеры-15» (справа). Разница в высоте верхней границы в низких широтах и на полюсах достигает 10 км [4, 7].

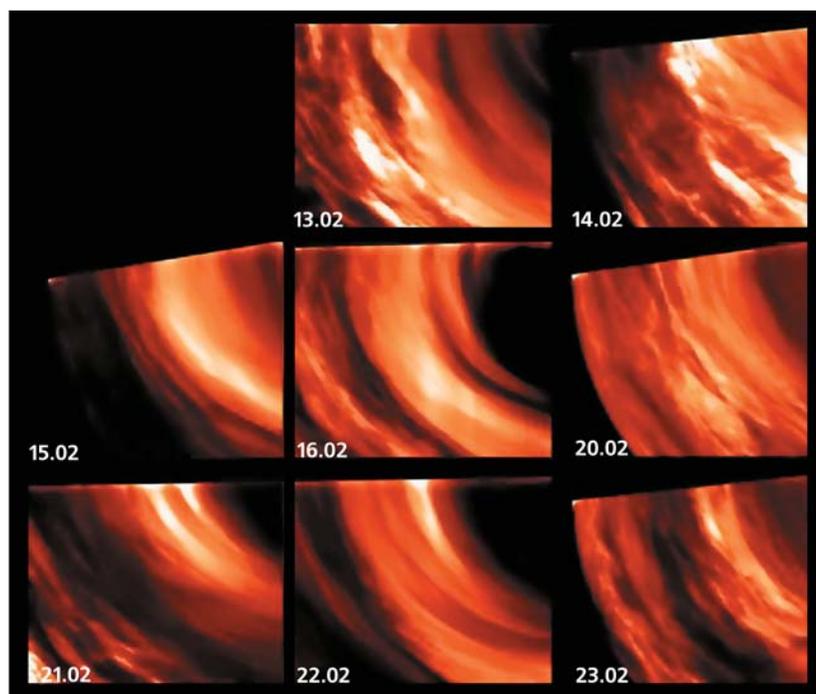


Рис.8. Изображение нижнего облачного слоя (высота около 50 км) вблизи полуночи на 2.35 мкм (изображения на восьми орбитах, выполненные 13–23 февраля 2007 г.). Яркие области соответствуют более высокой температуре, темные области вокруг южного полюса — холодный вихор (сам полюс вне изображения). По перемещению деталей измерена скорость ветра — 50 м/с на высоте 50 км (VIRTIS VEX).

www.esa.int

нижней атмосферы и поверхности. Это излучение на несколько порядков слабее рассеянного солнечного, его нельзя выделить при наблюдении дневной стороны Венеры. На рис.8 показано изображение нижнего облачного слоя в «окне» 2.35 мкм. В «окне» 1 мкм атмосферное влияние наименьшее, и потому оно используется для изучения поверхности, в частности для поиска возможной вулканической активности.

Облака, простираясь от 48 до 70 км (или от 30 до 90 км — с учетом подоблачной и надоблачной дымки) над поверхностью, несмотря на малую плотность, играют огромную роль в парниковом эффекте, химии и динамике атмосферы.

Циркуляция атмосферы

Скорость ветра в нижней атмосфере Венеры измерялась на всех посадочных аппаратах, начиная с «Венеры-4», но впервые вертикальный профиль ветра от поверхности до 60 км высоты получили «Венера-9 и -10» (1975). Оказалось, что скорость ветра растет от 0.5–1.5 м/с у поверхности до 50–60 м/с на уровне среднего облачного слоя (55–60 км). У верхней границы облаков она достигает 100 м/с. Таким образом, оказалось, что планета и ее атмосфера вращаются с разными скоростями. Венера совершает оборот вокруг оси за 243 сут (земных), а ее атмосфера (на уровне верхнего облачного слоя) — примерно за 4 сут, т.е. более чем в 60 раз быстрее! Эта особенность атмосферы получила название «суперротация». Да и само осевое вращение Венеры и ее атмосферы, в отличие от других планет (кроме Урана), направлено в сторону, противоположную орбитальному вращению вокруг Солнца.

Структура атмосферы Венеры отличается от земной. Прежде всего, в ней отсутствует стратосфера. За самым нижним слоем — тропосферой — находится тропопауза, в зависимости от широты расположенная на высоте 56–62 км. Выше нее — мезосфера, на высоте приблизительно 100–110 км, — мезопауза, а еще выше — термосфера. В тропосфере градиент температуры близок к адиабатическому. При определенных условиях в этом слое могут рождаться вертикальные конвективные потоки. Выше тропопаузы атмосфера стабильна, т.е. в ней не происходит вертикального перемешивания. Средний облачный слой — конвективный. Именно там плавали баллоны аппаратов ВЕГА-1 и -2. Возможно, в тропосфере существуют еще две конвективные зоны: на высоте 20–30 км и вблизи поверхности [9].

Венера — планета медленно вращающаяся, с осью вращения, практически перпендикулярной плоскости эклиптики. И потому на ней нет смены времен года. Динамическое состояние

мезосферы Венеры определяется циклострофическим балансом: силы, связанные с градиентом давления, уравновешиваются центробежной силой. Уравнение баланса позволяет теоретически оценить скорость зонального (т.е. вдоль параллелей) термического ветра до высоты 80–90 км. На высоте 90–110 км расположена переходная область между двумя основными модами циркуляции: зональной суперротацией и движением потока, который поднимается вверх в подсолнечной точке и опускается на противоположной стороне планеты, в антисолнечной точке (так называемый SS–AS-перенос).

Один из методов изучения динамики атмосферы выше 90 км — наблюдение пространственного распределения яркости ночных свечений, в частности свечений молекулярного кислорода. Эта самая яркая ночная эмиссия возникает при рекомбинации атомов кислорода, которые образуются при фотолизе CO₂ на дневной стороне, переносятся циркуляцией на ночную сторону на высоте 90–130 км (в верхней мезосфере и нижней термосфере), рекомбинируют в нисходящем потоке и высвечивают энергию в полосе O₂ 1.27 мкм. Измерения свечения O₂ картирующим спектрометром VIRTIS VEX подтвердили, что, хотя основная мода циркуляции верхней атмосферы — SS–AS-перенос, на нее могут накладываться и зональная суперротация, и волны масштабом от нескольких километров до планетарных.

УФ-контрасты и скорость ветра у верхней границы облаков

Венерианские облака отражают 80% падающей солнечной энергии в видимой области спектра, и они практически не имеют контрастов (менее 5%) в видимой и ближней ИК-области (вне полосы поглощения). Значительные (до 30%) контрасты наблюдаются только в синей и УФ-областях. На изображениях Венеры (рис.9) видны детали, которые отражают неравномерное распределение так называемого неизвестного УФ-поглопителя, вероятно, связанного с облачным аэрозолем. На его долю приходится половина всей солнечной энергии, аккумулированной Венерой. При этом поглотитель существует только в верхнем облачном слое (т.е. по высоте в пределах 10 км), а ниже 58 км поглощение, связанное с ним, исчезает. Предполагается, что поглощение основной доли солнечной энергии в столь узком слое ответственно за генерацию термических приливов, которые играют большую роль в поддержании суперротации. Предлагалось несколько кандидатов на роль УФ-поглопителя. Наиболее подходящие из них — аллотропы серы и слабый (<1%) раствор хлорного железа в серной кислоте. Оба кандидата

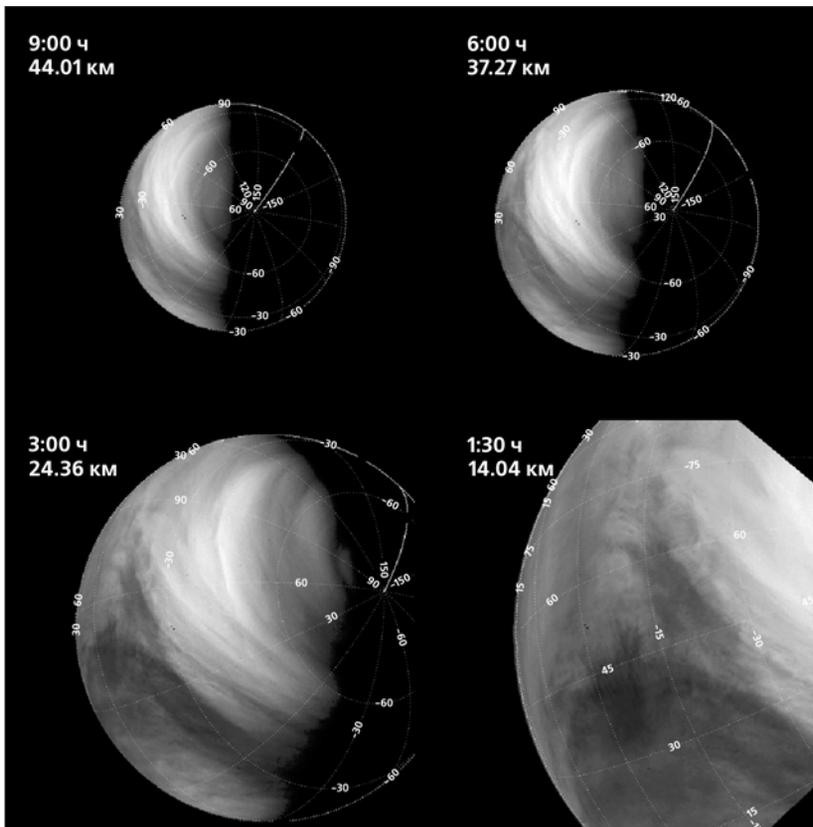


Рис.9. Пример УФ-изображений, полученных камерой VMC. Около каждого изображения приведено время до прохождения перигелия и пространственное разрешение [10].

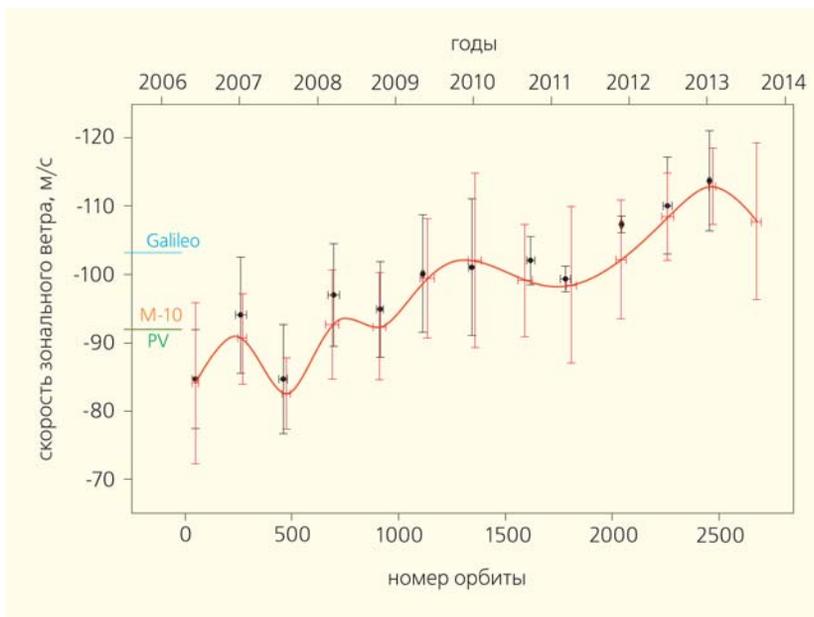


Рис.10. Изменение скорости зонального ветра в течение восьми лет работы «Venus Express» по УФ-изображениям камеры VMC. Красным и черным показаны результаты двух различных методов. Рисками отмечены значения скоростей, полученные миссиями «Galileo», «Pioneer Venus» (PV) и «Mariner-10» (M-10) [10].

достаточно хорошо описывают особенности поглощения в УФ-спектре Венеры. Сера генетически связана с серной кислотой, но при этом трудно объяснить исчезновение поглощения ниже 58 км, а хлорное железо в серной кислоте в условиях среднего облачного слоя превращается в сернокислород, которое не поглощает в УФ-области спектра.

По видимому перемещению УФ-деталей с использованием изображений, полученных камерой VMC VEX в канале 0.38 мкм в течение восьми лет работы, оценивалась скорость ветра в области верхней границы облаков. Получен любопытный результат: в низких южных широтах Венеры средняя скорость ветра монотонно возрастала и за время наблюдений увеличилась на 20–30 м/с (рис.10). Сравнение с кривой солнечной активности неожиданно показало корреляцию до 70%. Однако найти механизм, способный разогнать мощную атмосферу, привязав его к солнечной активности, так и не удалось [10]. По-видимому, наблюдаемый рост скорости со временем нереален. Скорее всего, он представляет собой результат комбинации меняющихся факторов, таких как топография, местное время и др. С другой стороны, данные прибора ФС «Венеры-15» показали, что в северном полушарии скорость ветра в течение суток может изменяться на 20–30 м/с [4]. Примечательно, что результаты ФС и VMC получены для интервала широт, включающего гористые структуры. В случае VMC в широтной полосе наблюдений находилась Земля Афродиты, а при работе ФС — Земля Иштар. Пока неясно, как влияет топография на изменение скорости зонального потока, но в обоих случаях максимум скорости смещался в направлении суперротации на 30° по отношению к дета-

лям рельефа. Возможно, на Венере (как, впрочем, и на Марсе) наблюдаются солнечно-связанные структуры, которые не перемещаются строго за Солнцем, а «цепляются» за детали рельефа.

Проект «Венера-Д»

В России проводится работа над проектом новой миссии — «Венера-Д»*. Сейчас проект в стадии научно-исследовательской разработки. В ней кроме ИКИ РАН принимают участие НПОЛ и другие институты РАН. Цель миссии — комплексное исследование атмосферы, поверхности и окружающей Венеру плазмы. Запланированы как дистанционные измерения, так и прямые — в атмосфере и на поверхности.

«Венера-Д» будет иметь в своем составе два основных элемента: посадочный и орбитальный аппараты (возможен и второй малый орбитальный аппарат — субспутник). Кроме того, предполагается включить технологически инновационные элементы, такие как долгоживущая станция на поверхности или атмосферные зонды.

Перечислим основные направления исследований. Для понимания причин «неземных» условий на Венере необходимо изучить:

- строение и состав атмосферы, малые составляющие, включая инертные газы и их изотопы, изотопы летучих соединений;
- состав, строение, микрофизику и химию облаков;
- термическое строение, тепловой баланс и природу гигантского парникового эффекта;
- механизм суперротации и другие особенности динамики атмосферы;
- строение и химический состав наиболее древних из наблюдаемых на поверхности геологических образований (тессер и родственных им структур);
- элементный состав минералов на поверхности, включая радиоактивные изотопы и железо в различной степени окисления;
- проявления современной вулканической, электрической и сейсмической активности Венеры (если они есть);
- строение экзосферы, ионосферы, магнитосферы, а также диссипацию атмосферных составляющих.

Предполагается, что посадочный аппарат «Венеры-Д» будет представлять собой модернизированную версию аппарата, успешно использовавшегося ранее в миссиях «Венера» — ВЕГА. Напомним, последняя посадка на поверхность Венеры была совершена 30 лет назад (ВЕГА-1 и -2).

В состав научной аппаратуры будущего аппарата предложено включить следующие приборы: многоканальный диодно-лазерный спектрометр, хромато-масс-спектрометр, активный гамма-спектрометр, мёссбауэровский спектрометр, нефелометр и спектрометр размеров частиц для исследования микрофизических свойств частиц и строения облаков, волновой и метеокомплексы, сейсмометр, а также телевизионный комплекс, который содержит посадочные и панорамные камеры, стереокамеры и камеры с высоким (до 0.1 мм) разрешением.

Три из предлагаемых экспериментов (многоканальный диодно-лазерный, хромато-масс- и мёссбауэровский спектрометры) требуют забора проб атмосферы и грунта в герметический отсек.

В качестве примера современного эксперимента расскажем о работе многоканального диодно-лазерного спектрометра. Он с высокой точностью и высоким спектральным разрешением ($\lambda/\delta\lambda = 10^7$) измеряет содержание летучих компонентов и их изотопов: H/D, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ и $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. От значения этих соотношений зависят выводы о происхождении и эволюции атмосферы. Для измерения со столь высоким спектральным разрешением необходимо обеспечить низкое давление (50–100 мбар). При спуске давление в нижней атмосфере возрастает до 100 бар. Следовательно, плотный газ, отобранный в кювету прибора, надо сделать разреженным, а после изучения удалить его из кюветы для забора следующей порции. Линии излучения некоторых изотопов довольно слабые, и их нелегко зарегистрировать. Современные оптические методы с помощью многократного отражения света лазера позволяют обеспечивать длину оптического пути в небольшой кювете до 2 км! В соответствии с длинами волн газов и изотопов, которые надо измерить, используется несколько лазеров, настроенных на разные спектральные диапазоны.

Выбор места посадки

Все советские аппараты совершали посадку в равнинной местности, «залитой» вулканическими базальтами. Выбор и анализ возможных мест посадки производится в Институте геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН (ГЕОХИ РАН). Специалисты ищут тессерные области — наиболее древние участки поверхности, где можно надеяться обнаружить следы древнего океана, а возможно, и следы древней жизни. Однако поверхность тессер сильно изрезана структурами с крутыми склонами, и существует риск потери аппарата при посадке (хотя «Венера-9» успешно села на склон 30°). Так как тессеры занимают всего 8%

* www.venera-d.cosmos.ru

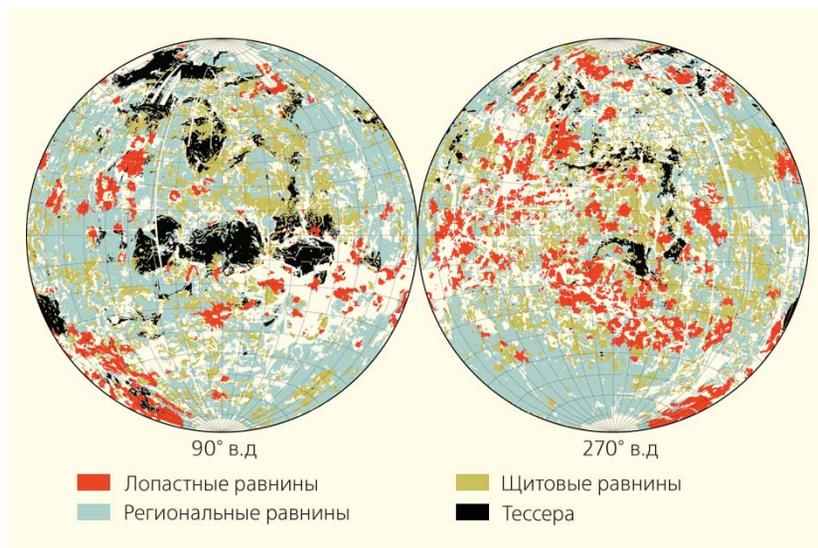


Рис.11. Геологическая карта Венеры. Черным отмечены тессеры, занимающие около 8% поверхности планеты. Выполнено в ГЕОХИ РАН.

поверхности, то прежде чем совершить безопасную посадку, необходимо еще «попасть» на нее (рис.11). В зависимости от окна старта может оказаться, что тессера на месте посадки отсутствует или занимает малую часть поверхности, соответствующей эллипсу разброса. Для посадки аппарата в выбранный район специалисты из Института прикладной математики им.М.В.Келдыша РАН изучают возможность его спуска с орбиты искусственного спутника.

На орбитальном аппарате установлены приборы либо новые, никогда не использовавшие-

в связи с политическими санкциями работа команды приостановлена. Мы надеемся, что сотрудничество вскоре будет возобновлено.

Есть все основания полагать, что наши представления о процессах на этой удивительной планете и в ее атмосфере в результате осуществления миссии «Венеры-Д» перейдут на качественно новый уровень. Может быть, тогда мы сможем понять, почему, в отличие от Земли, Венера пошла по другому эволюционному пути, и как сохранить комфортные условия жизни на Земле, не превратив их в «адские». ■

ся для Венеры, либо летавшие ранее, но модернизированные: картирующие УФ- и ИК-спектрометры, гетеродинный спектрометр со сверхвысоким разрешением, ИК-фурье-спектрометр, мультиспектральная камера, приборы для наблюдения звездных и солнечных затмений и для эксперимента по двухчастотному радиопросвечиванию.

Проект «Венера-Д» включен в Федеральную космическую программу России 2006–2015. О важности миссии говорит и интерес к ней со стороны НАСА. Для определения степени участия агентства в этом проекте была создана научная группа «The Venera-DIKI/Roscosmos — NASA Joint Science Definition Team». К сожалению,

Литература

1. Ломоносов М.В. Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санктпетербургской императорской Академии Наук мая 26 дня 1761 года // Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Т.2: Труды по физике, астрономии и приборостроению, 1744–1765 гг. М.; Л., 1955. С.361–376.
2. Hansen J., Hovenier J. Interpretation of the polarization of Venus // J. Atm. Sci. 1974. V.31. P.1137–1160.
3. Ignatiev N.I., Moroz V.I., Mosbkin B.E. et al. Water vapour in the lower atmosphere of Venus: a new analysis of optical spectra measured by entry probes // Planet. Space Sci. 1995. V.45. P.427–438.
4. Zasova L., Ignatiev N., Khatuntsev I., Linkin V. Structure of the Venus atmosphere // Planet. Space Sci. 2007. V.55. P.1712–1728.
5. Saunders R.S., Pettengill G.H., Arvidson R.E. et al. The Magellan Venus radar mapping mission // J. Geophys. Res. 1990. V.95. P.8339–8355.
6. Shalygin E.V., Markiewicz W.J., Basilevsky A.T. et al. Active volcanism on Venus in the Ganiki Chasma rift zone // Geophys. Res. Lett. 2015. V.42. doi: 10.1002/2015GL064088.
7. Ignatiev N.I., Titov D.V., Piccioni G. et al. Altimetry of the Venus cloud tops, from the Venus Express observations // J. Geophys. Res. 2009. V.114. E5. E00B43.
8. Андрейчиков Б.М. Химический состав и структура облаков Венеры по результатам рентгенорадиометрических экспериментов, проведенных на спускаемых аппаратах АМС ВЕГА-1, -2 // Космич. исслед. 1987. Т.25. С.15.
9. Линкин В.М., Бламонд Г.Е., Девяткин С.И. и др. Термическая структура атмосферы Венеры по измерениям спускаемого аппарата ВЕГА-2 // Космич. исслед. 1987. Т.25. С.659–672.
10. Khatuntsev I.V., Patsaeva M.V., Titov D.V. et al. Cloud level winds from the Venus Express Monitoring Camera imaging // Icarus. 2013. V.226. P.140–158.

Эволюционные процессы в современной биосфере

Т.И.Моисеенко

Происходящие в настоящий момент антропогенные преобразования на планете можно сравнить с переломными моментами в развитии биосферы. Стремительный рост численности населения на Земле, экстенсивное вовлечение в эксплуатацию минерально-сырьевых ресурсов и технический прогресс драматическим образом отразились на состоянии окружающей среды. В различных отраслях естествознания, связанных с изучением биосферы, накапливается все больше данных о том, что антропогенное воздействие необратимо изменяет геохимическое строение и энергетику биосферы, ее биогеохимические функции и круговорот веществ, приводит к эволюции органического мира. Как далеко может зайти это влияние, скажется ли оно на биосфере? Новые фундаментальные знания о развитии биосферных процессов в этих условиях необходимы для рационального природопользования, принятия кардинальных решений по предотвращению деградации природной среды, сохранению здоровья нации, сбалансированному развитию экономики страны.

Современная эволюция биогеохимических циклов

Наиболее общие и специфические показатели исторических преобразований в биосфере — изменения в биогеохимических циклах. Сегодня на их состояние огромное влияние оказывают следующие антропогенные факторы:

— добыча и сжигание углеводородного топлива (способствуют увеличению парниковых газов и нарушению цикла углерода);



Татьяна Ивановна Моисеенко, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, заведует отделом биогеохимии и экологии, а также лабораторией эволюционной биогеохимии и геоэкологии Института геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН. Специалист в области водной экологии и биогеохимии, теории критических антропогенных нагрузок на водные экосистемы.

— извлечение из недр, обогащение руд и выплавка металлов (приводят к их рассеиванию в окружающей среде и выбросам кислотобразующих газов);

— синтез тысяч новых химических соединений с токсичными свойствами (они включаются в биогеохимический круговорот);

— внесение в почву биогенных веществ в виде удобрений (нарушает циклы фосфора и азота).

Деятельность человека приводит к смене природных ландшафтов: к опустыниванию из-за неправильного использования земель; к расширению антропогенных пустошей вокруг крупных производств; к ветровой и водной эрозии почв; к заболачиванию и вторичному засолению; к отчуждению земель для строительства; к активизации оползней, карста, селей; к подтоплению, мерзлотным и другим неблагоприятным процессам.

На биосферном уровне эволюционные преобразования проявляются вследствие:

— прогрессирующего накопления и обогащения биосферы как природными элементами, так и синтезированными токсичными органическими веществами;

— сопряженного влияния ряда факторов, которые, накладываясь друг на друга, могут



Рис.1. Схема круговорота привносимых человечеством элементов и веществ в сферах Земли. Me — металлы с экотоксичными свойствами; CO₂ — стойкие органические загрязнители (суперэкоксиканты); NO_x, SO₂ — кислотообразующие газы; P и N — элементы, стимулирующие эвтрофирование водных систем; ПАУ — полициклические ароматические углеводороды (многие из них — сильные канцерогены, в частности бензантрацен, бензпирен и овален обладают ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами).

усилить или нивелировать действие каждого из них;

— последовательного развития процессов в различных сферах нашей планеты с отдаленными непредсказуемыми эффектами для биологических систем (рис.1).

Рассмотрим некоторые примеры глобальных изменений, связанных с деятельностью человека.

Потепление климата и цикл углерода.

В последние годы наибольшее внимание ученых сосредоточено на климатических изменениях, вызываемых парниковыми газами. Согласно последним исследованиям, большой вклад в глобальное потепление климата вносит человеческая деятельность. С 1980 г. средняя температура воздуха на планете возросла на 0,5°C, и Земля продолжает нагреваться примерно на 0,16°C за десятилетие с вариабельностью на разных участках планеты. Наиболее доказанные экологические последствия происходящего потепления — неустойчивость погоды и нарушение гидрологических циклов: увеличение засушливых периодов и опустынивание в теплом климате, усиление осадков в гумидных зонах. Содержание CO₂ в современный период увеличилось на 31% по сравнению с доиндустриальной эпохой, метана — на 149%. Возросшее содержание углерода в сочетании с темпе-

ратурой повышает биологическую продуктивность океана, лесов, рек и озер, однако при этом биоразнообразие сокращается [1, 2].

Известно, что 60–70 млн лет назад концентрация CO₂ была вдвое выше, чем теперь [3]. На этом фоне современные изменения, казалось бы, ничтожны, но они запускают каскад сложных необратимых процессов в биосфере, нарушая круговорот вещества и энергии. Например, одним из побочных эффектов потепления климата можно назвать подкисление поверхностных слоев океана, которое особенно выражено в северных морях. До начала индустриализации кислотность океанской воды (pH) составляла 8,16, сейчас — 8,05, а в течение XXI в. она может снизиться до 7,96–7,7 [4]. Большинство ученых связывает такое явление с повышенным содержанием атмосферной CO₂, которая, растворяясь в океане и вступая в реакцию с морской водой, снижает ее pH.

Изменение этого показателя среды влечет цепь перестроек в морских экосистемах. У моллюсков, например двустворчатых и крылоногих (птероподов), у водорослей кокколитофорид с ростом кислотности воды затрудняется образование раковин и снижаются темпы роста. Несомненно, снижение pH поверхностных вод океана повлияет и на более высокие морские формы жизни, что может изменить всю пищевую цепь и биоразнообразие [4]. Вместе с тем механизмы ответных реакций биологических систем очень сложны, и возникающие природные явления часто противоречат устоявшимся гипотезам. Так, водоросли кокколитофориды, образующие на поверхности клетки известковые пластины, в ряде мест интенсивно развиваются с увеличением размеров [5].

В тех или иных участках планеты разбалансировка климатической системы может усиливать хорошо известные штормовые ситуации [1]. Одно из их следствий — кислотные эпизоды, появившиеся на небольших реках в прибрежных зонах. Наиболее ярко этот феномен отмечен в северных провинциях Англии и в Скандинавских странах, а также на Кольском Севере. Этот феномен объясняется повышенным поступлением морских аэрозолей во время шторма на прибрежные водосборы. Почвы там обеднены

кальцием из-за техногенных кислотных осадков в прошлом столетии и ионно-обменного преобразования NaCl в соляную кислоту [6].

Как одно из опосредованных последствий потепления климата в озерах и водотоках северных широт наблюдается локальное повышение концентрации органического вещества. По результатам наших исследований, в последние 20 лет количество углерода в озерах Кольского Севера увеличилось на 11% при одновременном снижении концентрации кальция [7]. Это характерно также для регионов Северной Америки и Европы. Для объяснения предложено несколько гипотез, большая часть которых связана с потеплением климата, остальная — с нарушениями биогеохимических циклов в системе водосбор—водоем, вызванных длительными кислотными осадками [8].

Усиленное поступление органического углерода в океаны может повлечь локальные перестройки в прибрежных зонах.

Биогенное загрязнение, цикл фосфора и азота. Природный фосфор попадает в окружающую среду в результате химического выветривания пород, и около 1 млн т ежегодно добавляется в естественный круговорот этого элемента. На полях в виде минеральных удобрений используют более 20 млн т фосфора, растениями усваивается только 60%, остальное смывается в реки, а оттуда в океан, рассеивается с пылевыми частицами. В результате обогащения водных систем этим элементом повышается их продуктивность и эвтрофирование [9].

Общее содержание азота на суше и в морях пополняется удобрениями, хозяйственно-бытовыми сточными водами, сжиганием топлива и выпадениями из загрязненной атмосферы. Всего человечество мобилизует ежегодно около 150 млн т азота. Выбросы NO_x начали увеличиваться в конце 1800-х и еще больше — в начале 1900-х. По некоторым оценкам, производство окислов азота от сжигания топлива определяется в 20 млн т N/год, что вдвое выше естественной эмиссии (9 млн). Минеральные удобрения добавляют в окружающую среду еще около 80 млн т N/год, около 50 млн т N/год высвобождается в атмосферу в виде NH_3 , что в 2.5 раза больше поступления NO_x от сгорания каменного угля. Выбросы NO_x преобладают в индустриально развитых странах, а эмиссия NH_3 — в странах, производящих продовольствие. Бесспорно, приведенные оценки приблизительны, но позволяют осознать масштаб вовлечения биогенных элементов в биогеохимические циклы.

Сопряженный поток фосфора и азота в ряде озер и прибрежных зон морей приводит к катастрофическому размножению синезеленых водорослей (цианобактерий), которые выделяют токсины и вызывают гибель водных организмов. Глобальное потепление и наблюдаемый

сейчас рост температуры океанской воды стимулирует размножение этих водорослей и создает у дна эвтрофируемых озер и морских заливов анаэробные условия. Сходные экологические катастрофы встречались в прошлые эпохи после извержения вулканов, сопровождаемых выбросами фосфора. Есть свидетельства о массовой гибели животных после этих природных катаклизмов [10].

Азот с более сложным циклом в биосфере индуцирует различные экологические процессы: совместно с фосфором может приводить к эвтрофированию, окисляясь в атмосфере, формировать кислые осадки, создавать токсичные условия. Один из менее известных эффектов азота в гидросфере — образование нитрозаминов как в водной среде, так и в самих организмах. Эти токсичные, мутагенные и трансплацентарные вещества способны вызывать у животных и человека опухоли самой разной локализации. В воде и в мышцах промысловых рыб в ряде мест Черного моря обнаружены высокие концентрации нитрозаминов как следствие обогащения среды азотом [11]. Однако сократить поток антропогенного азота и фосфора в биосферу пока затруднительно, поскольку минеральные удобрения необходимы для обеспечения человечества продовольствием.

Последствия кислотных осадков. Загрязнение атмосферы кислотообразующими веществами (окислами серы и азота, которые образуются в основном при сжигании мазута и каменного угля, при переработке металлических руд) в течение прошлого столетия привело к образованию кислотных осадков, закисляющих почвы и воды. В Европе и Северной Америке выброс антропогенной серы в начале прошлого века быстро нарастал, к его середине достиг максимальных значений, а за последние 30 лет существенно снизился [12]. Согласно прогнозам, эмиссия кислотообразующих газов в глобальной шкале увеличится из-за наращивания разных производств в развивающихся странах, особенно в Китае [13]. Поэтому, по оценкам ученых, за счет антропогенных источников эмиссия SO_2 и NO_x будет возрастать (в млн т экв.): к 2025 г. до 5.2, а к 2100 г. — до 7.7 (для сравнения: естественную эмиссию оценивают в 1.4).

Кислотные осадки изменяют транспортные потоки элементов в оболочках Земли, ускоряют химическое выветривание ионных форм металлов, влияют на биогеохимические циклы элементов в литосфере и пресноводной гидросфере. Из-за поглощения кислотообразующих веществ подстилающей поверхностью снижается насыщение почв на водосборе обменными основаниями, которых становится меньше в поверхностных и подземных водах. Вытеснение гидрокарбонатов сильными техногенными кислотами уменьшает щелочность вод, из слагающих водо-

сборы пород выщелачиваются металлы (Al, Cd, Zn, Mn и др.). В таких экосистемах из-за гибели видов, наиболее чувствительных к низким pH, снижается биоразнообразие. В закисленных водах популяции рыб страдают не столько от низких pH, сколько от воздействия алюминия и других металлов, которые мигрируют в водных системах в виде токсичных ионных форм.

Обогащение металлами. Многие элементы, добытые из недр Земли и прошедшие технологический цикл, становятся токсичными в окружающей среде. Металлы поступают туда со стоками и выбросами различных производств, из отвалов пород и диффузных источников, выщелачиваются кислотными осадками и т.д. Несмотря на некоторые различия в оценках биосферного потока элементов, техногенные потоки превышают по количеству природное химическое выветривание. Например, природное химическое выветривание токсичных элементов составляет (тыс. т/год): Cd — 5 (за счет антропогенной деятельности — от 7 до 11), а у Pb те же показатели — 180 и 360 соответственно [14]. Ярким примером служит самый токсичный элемент — ртуть. Его накопление в сферах Земли только за счет антропогенной деятельности составляет: в атмосфере — 100 т/год, в литосфере — 1120 т/год, в гидросфере — 480 т/год [15].

Анализ распределения элементов и коэффициентов их миграции в малых озерах на Европейской части России подтвердил, что вследствие техногенного рассеивания элементов и выщелачивания кислотными осадками воды обогащаются такими опасными элементами, как Pb, Cd, Al, Cr, As и Se. В то же время известно, что с техногенными биогеохимическими провинциями связан целый ряд заболеваний человека: ртуть обладает нейротоксическими свойствами, кадмий и свинец — канцерогенными и гонадотоксичными. Побочным продуктом электронной индустрии стало повышенное содержание элементов с еще неизученными экоотоксичными свойствами (Pt, Rh, Pd, Ga и Ir) [14]. Особенно опасны такие неэссенциальные (необязательные для жизнедеятельности) элементы, как Hg, Pb, Cd, токсичные даже при очень низкой концентрации в окружающей среде. В последние годы к этой группе относят и алюминий, который при высоких концентрациях в организмах обладает нейротоксичным действием [16]. Это свойство алюминия определяется его ионной формой нахождения в природе (как уже сказано, при выщелачивании кислотными осадками). Таким же действием обладают и другие металлы, хотя это правило распространяется не на все элементы. Например, высокая проникающая способность характерна для метилртути, которая образуется в результате метаболизма донных микроорганизмов при поступлении ртути в водоемы.

Выбросы органических ксенобиотиков.

Огромную опасность для окружающей среды представляют стойкие органические загрязнители (СОЗ). К ним относят синтезированные новые вещества и те, которые образуются при сгорании углеводородного сырья или как побочные продукты различных производств. Вновь синтезированные органические вещества, вовлеченные в биосферные потоки, способны долго циркулировать и накапливаться, отравляя воздух, воду и продукты питания [17].

Первоначальный перечень стойких органических загрязнителей, запрещенных в 2004 г. Стокгольмской конвенцией, включал 12 хлорсодержащих органических веществ: пестициды (альдрин, дильдрин, хлордан, эндрин, мирекс, гептахлор, гексахлорбензол, токсафен, ДДТ); промышленные химические вещества (полихлорированные бифенилы) и побочные продукты (полихлордифенилдиоксины и полихлордифенилфураны). На IV конференции Стокгольмской конвенции (4—8 мая 2009 г.) к этому списку добавили девять новых веществ (хлордекон, пентахлорбензол, линдан, альфа- и бета-гексахлорциклогексаны, гексабромдифенил, эфиры пента- и октабромдифенилов, перфтороктановый сульфонат).

Даже малые концентрации почти всех известных хлорорганических загрязнителей обладают гено- и иммуноотоксическими свойствами и канцерогенным действием, создавая реальную угрозу здоровью настоящего и будущих поколений. Так, в жире тюленей и грудном молоке женщин из районов Крайнего Севера (Гренландии, Канады и Сибири) найдены остатки хлорорганических пестицидов. Если в европейских странах и Америке стойкие органические загрязнители давно запрещены, то многие развивающиеся страны продолжают их использовать. Согласно прогнозам, накопление этих веществ будет продолжаться, особенно в развивающихся странах.

Радиационная нагрузка. Глобальное радиоактивное загрязнение к середине 1970-х годов составляло более $5.5 \cdot 10^{19}$ Бк в результате ядерных взрывов и более $1.9 \cdot 10^{17}$ Бк вследствие поступления в Мировой океан радиоактивных отходов. Сегодня общий уровень снизился, а локальные всплески радиоактивности связаны с авариями на АЭС и других объектах. Известно, что ядерные взрывы привели к обогащению биосферы радиоуглеродом ^{14}C . Изменение климатической системы на Земле и сжигание ископаемого топлива способствуют уменьшению концентраций радиоуглерода. По расчетам А.В.Бялко, усиление частоты и интенсивности штормов (как один из эффектов потепления климата) может ускорять круговорот диоксида углерода в биосфере, включая и радиоактивный, в системе атмосфера—океан [18]. Растворяясь в океане,

диоксид углерода переносится в глубины и высвобождается с пониженным содержанием радиоуглерода. Такой феномен, очевидно, способствовал более быстрому очищению воздуха после ядерных взрывов 1960-х годов. В данном случае сопряжение антропогенного влияния на климат и загрязнения радиоуглеродом может свидетельствовать об уменьшении негативных эффектов нашего воздействия на природу.

Адаптация организмов и стабильность экосистем

Загрязнение окружающей среды предоставляет уникальную возможность исследовать эволюционные процессы в действии. В ходе эволюции происходили природные катаклизмы и возникали экстремальные условия. Живые организмы сталкивались с преодолением тех или иных неблагоприятных воздействий и у них выработались механизмы защиты и сохранения жизнеспособности. Загрязнение окружающей среды, бесспорно, создает экстремальные условия для жизни.

Еще известный российский зоолог и эколог С.С.Шварц отмечал, что в любых экстремальных условиях животные несут дополнительные энергетические затраты. Способность выживать в условиях загрязнения регулируется различными механизмами: избеганием, снижением чувствительности и клеточной проницаемости к ядам, повышением активности ферментов оксидаз, индукцией металлотионеинов*, усиленным выделением экотоксикантов [19].

Для современной биосферы наиболее опасны синтезированные токсичные вещества, а также такие элементы, как ртуть, кадмий, свинец. Организмы, популяции и сообщества реагируют в соответствии с выработанными в ходе эволюции механизмами выживания в экстремальных условиях. О существовании антропогенной микроэволюции говорят многочисленные факты генетических изменений в популяциях животных под влиянием токсичного загрязнения. Показано, что в этом случае, с одной стороны, снижается генетическое разнообразие и накапливаются рецессивные мутации; с другой —

высокие концентрации загрязняющих веществ определяют отбор наиболее устойчивых генотипов, что неизбежно отразится на генофонде. Редукция генетического разнообразия может увеличить устойчивость организмов к определенному виду токсиканта, но снизить адаптивные возможности популяций животных к другим стрессам. Следует подчеркнуть, что адаптация есть следствие генетической селекции устойчивых генотипов, протекающей в несколько этапов (рис.2). Адаптивные преимущества выживания в популяциях получают особи, созревающие в более молодом возрасте и способные оставить полноценное потомство. Селекция генотипов, толерантных к действию загрязняющих веществ, может сигнализировать, что популяция длительное время находится под давлением загрязнения [19].

Важнейшая термодинамическая характеристика организмов, экосистем и биосферы — это способность создавать и поддерживать высокую степень упорядоченности энергии. В ходе эволюции биосферы выработалась оптимальная организация, связанная с использованием ассимилированной энергии на различных уровнях жизни. Известный американский эколог Ю.Одум сформулировал концепцию «энергетических субсидий», под которой понимает всякий источник энергии, увеличивающий ту ее долю, что может пойти на продукцию. Токсичное загрязнение он рассматривает как деструктивный фактор, нарушающий структуру и повышающий диссипацию энергии. Стационарные системы обладают высокой устойчивостью и гибкостью, пока соблюдаются два обязательных ус-

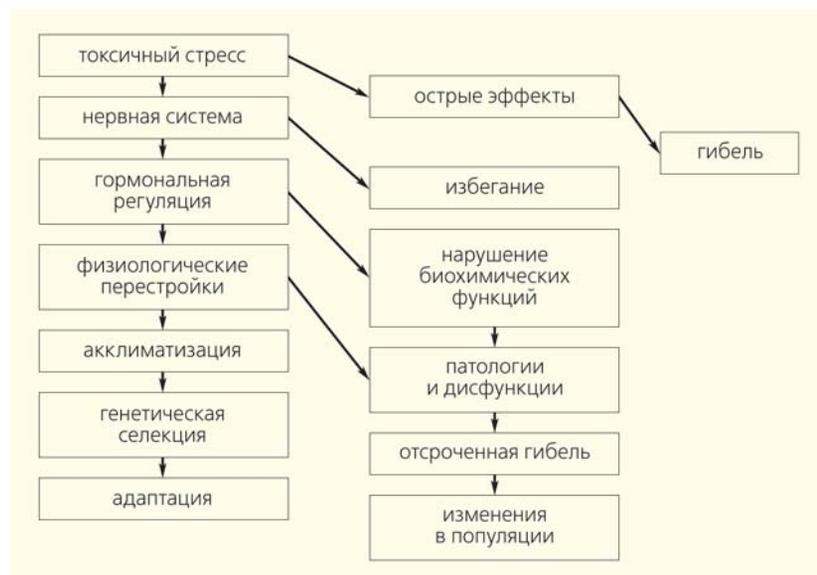


Рис.2. Схема стадийности реакции организмов и перестройки популяции животных под влиянием загрязнения окружающей среды токсичными веществами и элементами.

* Эти низкомолекулярные белки связывают токсичные металлы и способствуют их выведению из организмов.

ловия: постоянство притока энергии и стабильный обмен веществом. Их нарушение прекращает формирование низкоэнтропийных структур, и система гибнет. Термин «гибель» может быть применен к молекулярным, клеточным и организменным процессам, на экосистемном уровне происходит дезорганизация. Видовое разнообразие снижается при загрязнении среды за счет чувствительных к нему видов, а также из-за повышения численности устойчивых видов и преобладания мелких, резистентных членов сообщества. Мелкие формы с коротким циклом воспроизводства обеспечивают более эффективную утилизацию энергии, поступающую в виде энергетических субсидий или высвобождающуюся при нарушении ее передачи в трофической структуре экосистемы.

Основная задача в изучении эволюции биосферы, по мнению В.И.Вернадского, заключалась в установлении связи эволюции видов с механизмом биосферы, с ходом биогеохимических процессов. Изменения факторов среды под воздействием загрязнения приводят к ответным реакциям индивидуумов, изменчивости популяций и экосистем, которые развиваются по восходящей линии передачи энергии и информации. Биосферная регуляция «сверху», поддерживающая стабильную организацию живого, осуществляется по нисходящей линии и направлена на снижение диссипации энергии. Интегральный результат этих процессов — вектор эволюции (рис.3).

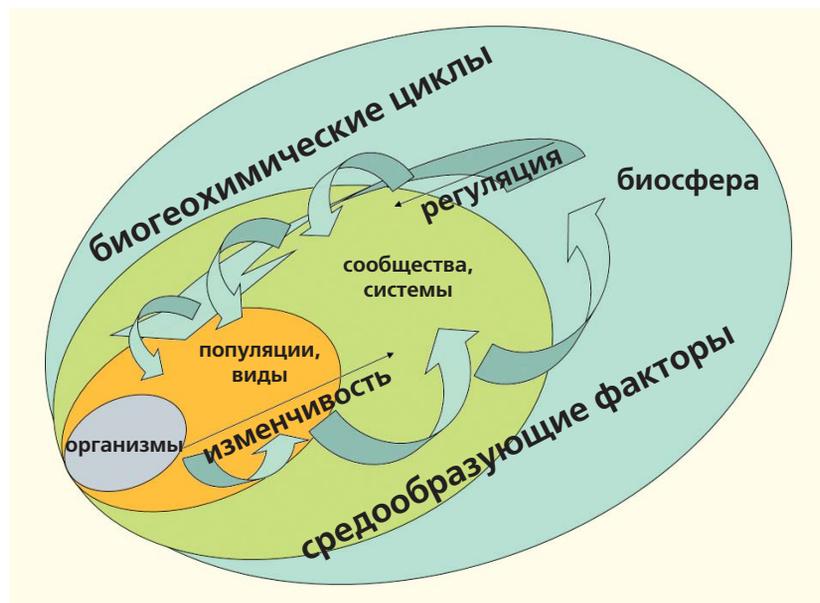


Рис.3. Схема изменчивости в экосистемах и биосфере в целом под влиянием антропогенных факторов (от реакции индивидуумов к перестройкам в популяциях и экосистемах) по восходящей линии и биосферная регуляция по нисходящей линии передачи энергии. Интегральным результатом будет вектор (показан стрелкой) эволюции биогеохимических циклов.

Критические нагрузки в рациональном природопользовании

В определении стратегии рационального природопользования необходимо учитывать стихийность изменений в биогеохимических циклах. Множество данных, свидетельствующих о негативном влиянии человека на биосферу и о преобразованиях органического мира, требует ограничения антропогенного воздействия и сохранения благоприятных условий для жизнедеятельности. Очевидно, остановить развитие цивилизации невозможно, поэтому биосфера будет эволюционировать и дальше, но направленность и скорость этого процесса во многом определяется нашей деятельностью.

Вернадский отмечал в начале прошлого века качественный перелом в истории развития биосферы: геологическая роль человека начинает господствовать, и создается новое состояние — ноосфера. Эта мысль Вернадского о ноосфере как состоянии гармоничной коэволюции человечества и биосферы — утопия или достижимая цель с позиций современной науки?

В 1970—1980-х годах, когда были осознаны все катастрофические последствия индустриальной деятельности на Земле, появилась концепция нормирования с учетом «ассимиляционной емкости», «самоочищения» или «буферной способности» природных систем. Эту концепцию, легализующую загрязнение, ряд западных ученых подверг ожесточенной критике. Был предложен принцип «нулевого сброса», который, по нашему мнению, утопичен. Бесспорно, одним из руководящих принципов концепции должно стать предотвращение загрязнения взамен борьбы с последствиями. С учетом возрастающего населения человек и впредь будет видоизменять среду обитания. Как определить грань допустимых, с нашей точки зрения, изменений?

До настоящего времени в российской практике, как и в большинстве зарубежных стран, решение об ограничении антропогенных нагрузок принимается на основе сравнения измеренных концентраций отдельных загрязняющих веществ с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Но, как известно, система, основанная на ПДК вредных веществ, не дает адекватной оценки состояния природных сред и негативных послед-

ств. До настоящего времени в российской практике, как и в большинстве зарубежных стран, решение об ограничении антропогенных нагрузок принимается на основе сравнения измеренных концентраций отдельных загрязняющих веществ с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Но, как известно, система, основанная на ПДК вредных веществ, не дает адекватной оценки состояния природных сред и негативных послед-

ствий загрязнения, особенно отдаленных. К сожалению, очень часто оценка экологических исследований понимается крайне упрощенно — в зависимости от концентрации вредных веществ в окружающей среде. Как уже говорилось, современный период характеризуется большим разнообразием антропогенно индуцированных ситуаций, когда на организмы и экосистемы действует результирующая всех прямых и опосредованных эффектов комплекса загрязнений, климатических факторов, изменения ландшафтов и биогеохимических циклов.

В последние десятилетия преимущество получает концепция критических нагрузок — научно обоснованная стратегия предотвращения деградации природных комплексов и управления состоянием природных объектов [20]. Под критическими нагрузками понимается максимально допустимый поток поступления одного или нескольких загрязняющих веществ в экосистему, не вызывающий негативных изменений в наиболее чувствительных ее звеньях. Для реализации этой концепции необходимы знания:

- о поведении внесенных человечеством элементов и их взаимодействии с природными факторами, о включении их в естественный круговорот элементов в природе;
- о механизмах антропогенной изменчивости биологических систем, устойчивости и пределах адаптации, отдаленных последствиях влияния экотоксикантов на живые организмы.

Без изучения этих важных вопросов невозможно определить, сколько долго природная среда сможет ассимилировать поток загрязнений без негативных последствий для живых систем, т.е. до каких пределов можно воздействовать на окружающую среду (рис.4).

Имеется ряд примеров из отечественной и международной практики, когда были рассчитаны критические нагрузки и показан допустимый уровень поступлений тех или иных опасных веществ в наземные и водные экосистемы. Например, вычисленные критические нагрузки кислотных выпадений для вод и почв различных стран и континентов легли в основу Готенбургской конвенции (протокол 2006 г.). Доказанные критические уровни и опасность стойких органических загрязнителей послужили основой для Стокгольмской конференции о сокращении выбросов. В настоящее время готовится соглашение по сокращению выбросов ртути и т.д. На основе принятых согласованных международных решений наметились позитивные тенденции восстановления природы: снизилось эвтрофирование ряда озер (включая Великие) и рек, восстановилось качество вод закисленных водосемов Скандинавии и Северной Америки, снизились выбросы токсичных металлов и органических супертоксикантов.

Развитие природоохранных и мало- и безотходных технологий с учетом научно-обоснованных критических нагрузок на биосферу

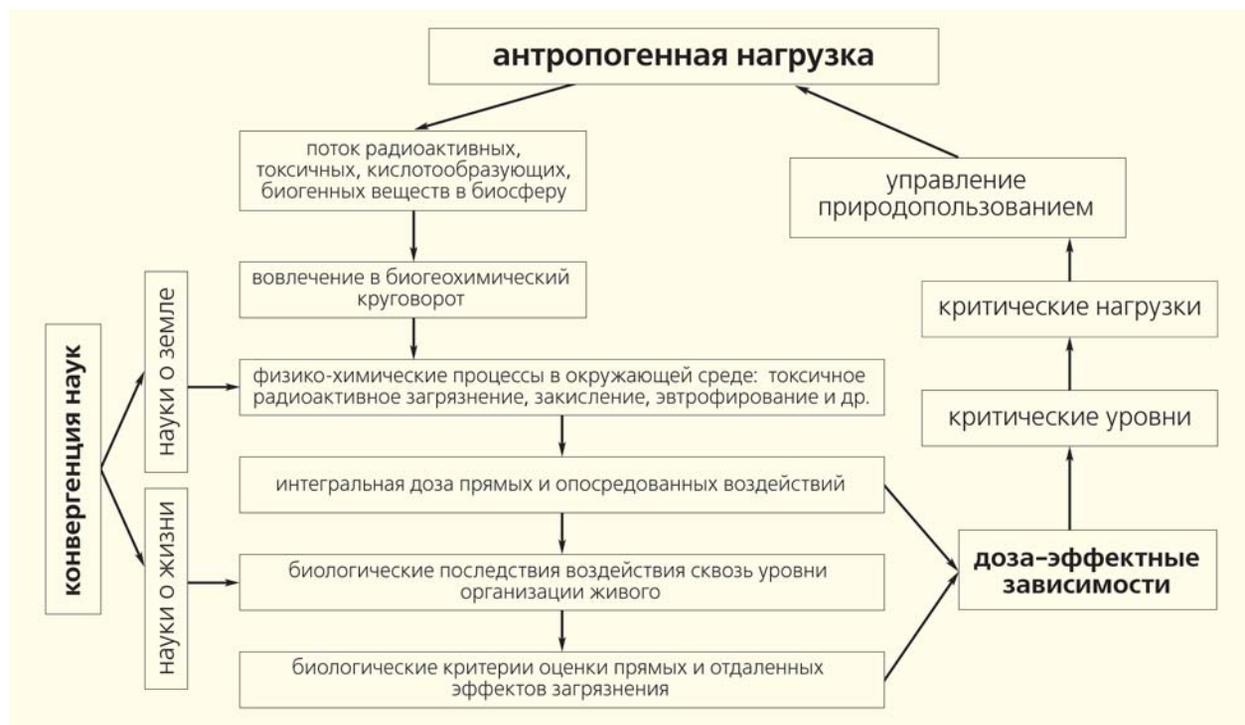


Рис.4. Схема расчета критических нагрузок и управления антропогенным воздействием, отражающая конвергенцию научных дисциплин в изучении биосферных процессов и принятия управленческих решений по рациональному природопользованию.

и ее экосистемы, реабилитация нарушенных территорий и акваторий — это ключевое направление рационального природопользования и сохранения жизни на нашей планете.

* * *

Рост народонаселения на Земле и технический прогресс немислимы без вовлечения новых ресурсов и образования в том или ином количестве отходов производства, что неизбежно будет воздействовать на природу. Насколько это отразится на биогеохимических циклах, зависит от нашей деятельности. Накопление внесенных человечеством элементов, сопряжение ряда индуцированных им процессов может вызвать необратимые изменения биогеохими-

ческой миграции элементов в биосфере и каскад негативных эффектов.

Пока антропогенные преобразования среды и экосистем в большинстве случаев носят локальные и региональные проявления. В целом на планете глобальные биогеохимические циклы еще сбалансированы. В ходе эволюции у организмов выработались механизмы поддержания гомеостаза, у популяций — численности, у экосистем — сохранения стабильности. Развитие природно-технологических и агробиологических систем с использованием мало- и безотходных технологий на основе фундаментальных знаний о биосферных процессах — одно из ключевых направлений развития науки для сохранения жизни на Земле. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №13-05-00664).

Литература

1. Climate change 2007: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, 2008.
2. Climate change 2013: synthesis report. IPCC fifth assessment report (ar5). 2014. <https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/ar5/ar5.html>
3. Нугматулин Р.И. Океан: климат, ресурсы, природные катастрофы // Вестник Академии наук. 2010. Т.80. №8. С.675—689.
4. Bijma J., Barange M., Brander L. et al. Impacts of ocean acidification // ESF Science Policy Briefing. V.37. P.1—12.
5. Iglesias-Rodriguez D.M., Halloran P.R., Rosalind E.M. Phytoplankton calcification in a high-CO₂ world // Science. 2008. V.320. P.336—340.
6. Evans C.D., Monteith D.T., Fowler D. et al. Hydrochloric acid: An overlooked driver of environmental change // Environmental Science and Technology. 2011. V.45. №5. P.1887—1895.
7. Моисеенко Т.И., Дину М.И. Феномен нарастания органических кислот в природных водах и их влияние на закисление вод // Докл. Академии наук. 2015. Т.460. №5. С.574—578.
8. Monteith D.T., Stoddard J.L., Evans C.D. et al. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry // Nature. 2007. V.450. P.537—546.
9. Коплан-Дикс И.С., Алексеев В.Л. Географические закономерности структуры круговорота фосфора // Эволюция круговорота фосфора и эвтрофирование природных вод. Л., 1988. С.19—21.
10. Castle J.W., Rodgers J.H. Hypothesis for the role of toxin-producing algae in Phanerozoic mass extinctions based on evidence from the geologic record and modern environments // Environmental Geosciences. 2009. V.16. P.1—23.
11. Моисеенко Т.И., Руднева И.И. Глобальное загрязнение и функции азота в гидросфере // Докл. Академии наук. 2008. Т.420. №3. С.676—680.
12. Garmo A., Skjelkvele B., Wit A. de et al. Trends in surface water chemistry in acidified areas in Europe and North America from 1990 to 2008 // Water, Air and Soil Pollut. 2014. V.225:1880. P.1—14.
13. Kuylenstierna J.C.I., Rodhe M., Cinderby S. et al. Acidification in developing countries: ecosystem sensitivity and the critical load approach on a global scale // AMBIO. 2001. V.30. P.20—28.
14. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.Л., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М., 2006.
15. Fitzgerald W.F., Lamborg C.H., Hammerschmidt C.R. Marine biogeochemical cycling of Mercury // Chem. Rev. 2007. V.107. P.641—662.
16. Pogue A.I. and Lukiw W.J. The mobilization of aluminum into the biosphere. // Frontiers in Neurology. 2014. V.5. P.262—271. doi: 10.3389/fneur.2014.00262.
17. Kelly B.C., Ikonomou M.G., Blair J.D. et al. Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants // Science. 2007. V.317 (5835). P.236—245.
18. Бялко А.В. Вариации концентрации радиоуглерода и газообмена атмосфера—океан // Докл. Академии наук. 2013. Т.451. С.28—32.
19. Моисеенко Т.И. Водная токсикология: фундаментальные и прикладные аспекты. М., 2009.
20. Моисеенко Т.И. Теория критических нагрузок и ее приложение к определению воздействия кислотообразующих веществ на поверхностные воды // Докл. Академии наук. 2001. Т.378. С.250—253.

Подземные воды России: искусственное восполнение

А.В.Четверикова

Сегодня во многих странах, в том числе и в России, важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения стали подземные воды. Это не удивительно. По сравнению с поверхностными они, как правило, лучшего качества, неплохо защищены от загрязнения, а их основные характеристики меньше подвержены сезонным изменениям.

Общие утвержденные запасы питьевых подземных вод в России на 1 января 2014 г. составили 91.4 млн м³/сут (таким количеством можно обеспечить более 360 млн человек из расчета 250 л/сут на каждого), а использование — всего 0.21 млн м³/сут [1]. Ситуация на первый взгляд кажется благополучной, но это не так. Дело в том, что запасы подземных вод распределены по территории страны неравномерно, и в некоторых областях (чаще всего в городах) воды не хватает. Кроме того, часто в районах, не обеспеченных ресурсами поверхностных вод, но богатых подземными водами, ведется их интенсивная (а иногда и чрезмерная) добыча. В таких случаях водоносный горизонт может истощиться, и население будет лишено возможности получать воду хорошего качества. Это не единственное последствие чрезмерного использования



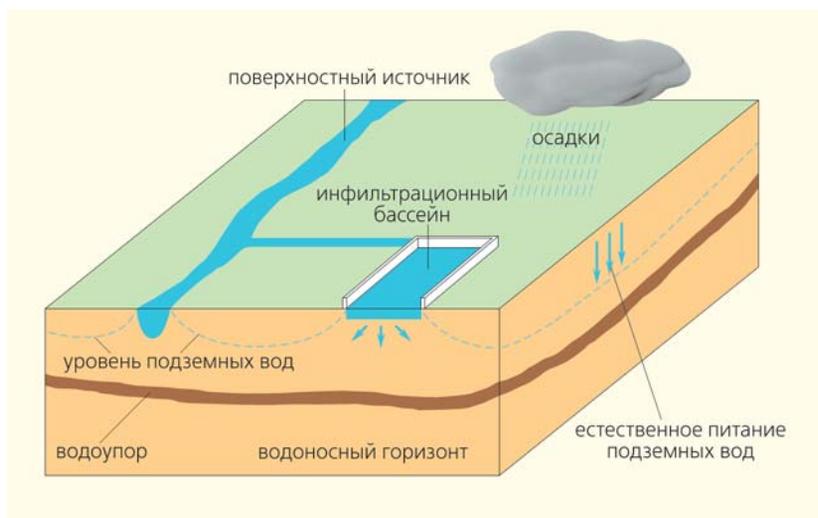
Анна Вадимовна Четверикова, младший научный сотрудник лаборатории региональных гидрогеологических проблем Института водных проблем РАН. Область научных интересов — ресурсы и качество подземных вод, их искусственное восполнение и защита от загрязнения.

подземных вод. Результатами «переэксплуатации» месторождения могут стать проседание земной поверхности, интрузия морских или сильноминерализованных подземных вод в водоносный горизонт, засоление почв, угнетение и гибель растительности и многое другое [2].

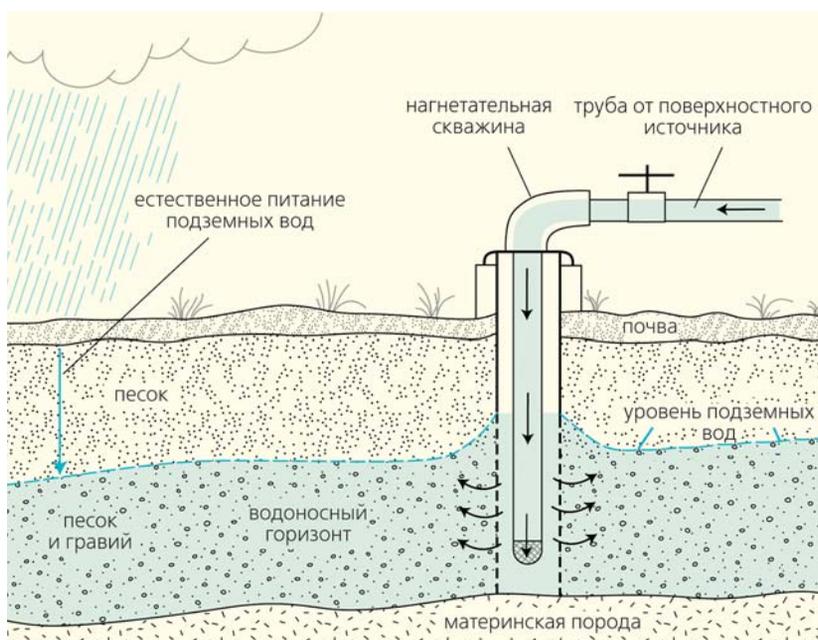
Что же делать? Радикальный способ — это консервация водозабора или значительное уменьшение водоотбора подземных вод, что по понятным причинам не всегда применимо. Можно попытаться частично компенсировать изъятую подземную воду, т.е. искусственно восполнить эксплуатируемый водоносный горизонт. Искусственное восполнение подземных вод (ИВПВ) — комплекс инженерных мероприятий, направленных на увеличение питания подземных вод и эксплуатационных запасов (ресурсов) водоносного горизонта или водозаборного сооружения, а также на улучшение качества получаемой воды*.

На практике ИВПВ реализуется следующим образом: вода из поверхностных источников или атмосферные осадки (реже сточные воды) подаются непосредственно в водоносный горизонт через специально созданные инфильтрационные сооружения — бассейны, каналы, площадки или поглощающие и нагнетательные скважины.

* Во избежание недоразумений необходимо подчеркнуть, что инфильтрационные водозаборы не относятся к системам искусственного восполнения, так как при их использовании питание подземных вод увеличивается без строительства специальных инженерных сооружений — за счет так называемых привлекаемых ресурсов, т.е. привлеченной к водозабору части речного стока. Инфильтрационные водозаборы представляют собой скважины, расположенные вдоль поверхностного источника.



Искусственное восполнение подземных вод с использованием инфильтрационного бассейна.



Искусственное восполнение подземных вод через нагнетательную скважину.
www.plantsciences.ucdavis.edu

Метод ИВПВ имеет ряд преимуществ. С его применением возможно увеличение водоотбора без коренного переустройства водозаборных сооружений. Сохраняются ценные сельскохозяйственные угодья, так как нет необходимости использовать земли для создания водохранилищ. Улучшаются физические и санитарные характеристики воды [3]. К тому же сооружение систем ИВПВ на уже существующих водозаборах часто оказывается дешевле поиска и строительства новых источников водоснабжения [4, 5].

Метод ИВПВ широко развит за рубежом. Например, в полуаридных районах Индии, где широко распространены скальные породы, повсеместно применяются так называемые перколяционные коллекторы — водоводы, перекрытые земляными насыпями. Ливневая вода накапливается в сезон дождей, а в сухой период она постепенно просачивается в водоносный горизонт [6]. В западной части США (в штатах Калифорния, Техас, Нью-Мексико, Айдахо, Аризона, Юта, Невада и др.) построены разветвленные системы инфильтрационных траншей и пробурены многочисленные поглощающие скважины [7]. В г.Атлантис (ЮАР) уже более 20 лет применяется искусственное восполнение, основанное на инфильтрации городских ливневых и бытовых сточных вод в подземные. Разумеется, вода проходит тщательную предварительную очистку*. В г.Виндхук (Намбия) комплексная схема водоснабжения населения включает искусственное восполнение подземных вод за счет трех поверхностных запруд [8]. В Лондонском артезианском бассейне (Великобритания) с 1960 г. искусственное восполнение мелового водоносного комплекса проводится за счет предварительно очищенных речных вод [9]. В эмирате Абу-Даби (ОАЭ) наполовину реализован проект подземного хранения опресненной морской воды для водоснабжения городов Аль-Айн и Абу-Даби. В настоящее время в случае

аварийной остановки опреснительных станций около миллиона жителей в течение 90 дней будут обеспечены водой в количестве 180 л/сут**. Метод ИВПВ также широко используется в Нидерландах, Германии, Новой Зеландии, Аргентине, Китае и других странах.

В середине 1970-х годов крупные водозаборы с системами искусственного восполнения эксплуатировались в Междуреченске, Новокуз-

* <http://artificialrecharge.co.za/05casesstudies.html>

** <http://www.giz.de/international-services/en/html/1729.html>

нецке, Ивано-Франковске, Риге, Клайпеде, Каунасе и других городах СССР [10]. Несмотря на это, сегодня в России ИВПВ практически не применяется. Наша страна прекрасно обеспечена поверхностными водами, поэтому использование именно их считается самым простым и наименее затратным. Однако в условиях возрастания антропогенной нагрузки на окружающую среду, напряженной экологической обстановки и, самое главное, террористической угрозы метод ИВПВ в настоящее время имеет все шансы на возрождение.

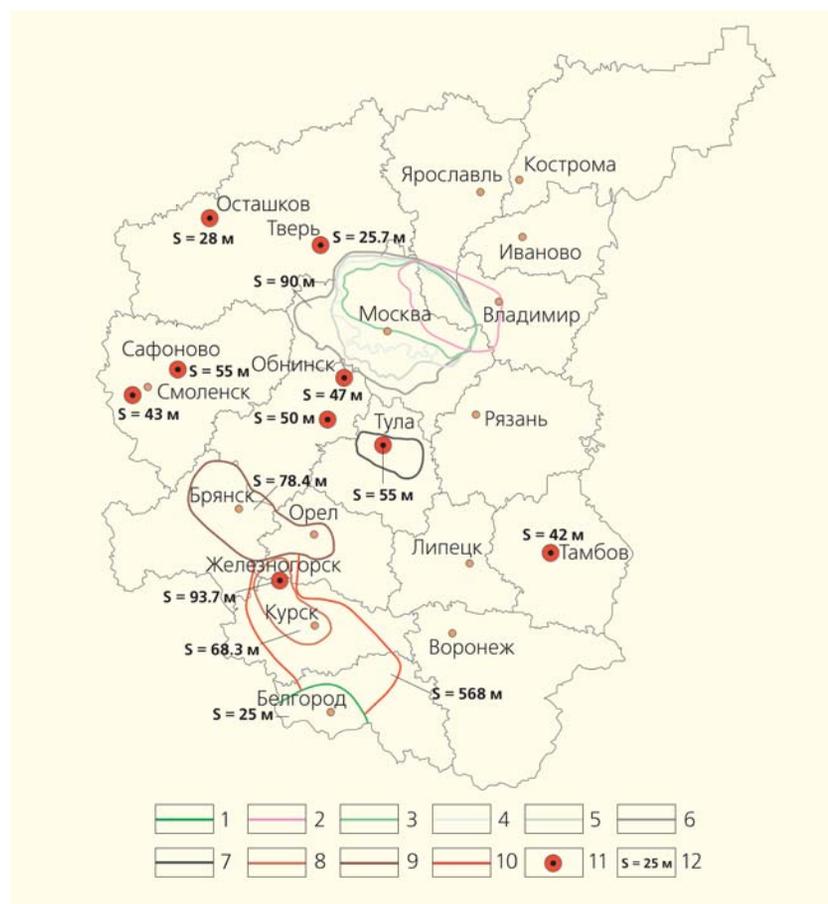
Террористическая угроза в области водоснабжения может показаться несколько надуманной, но она действительно существует. В настоящее время большинство крупных городов нашей страны берут воду из поверхностных источников. Доступ к ним имеет каждый (стоит вспомнить хотя бы основные водохранилища Москвы). Ничто не мешает злоумышленнику вылить в водоем, из которого население получает воду, любой опасный загрязнитель. В этом случае очистные сооружения на входе в город будут абсолютно бесполезны. Для борьбы с последствиями подобных случаев законодательно предусмотрено наличие резервного источника водоснабжения — экологически чистых и защищенных от загрязнения подземных вод [11, 12]. Поэтому восполнение запасов подземных вод (которых для крупных городов может просто не хватать) как никогда оправдано.

Развитие систем ИВПВ в первую очередь зависит от возможности и целесообразности их применения. В Советском союзе отдельные вопросы теоретического обоснования ИВПВ изучались М.А.Хордилайненом, Н.А.Плотниковым, Н.И.Плотниковым, К.И.Сычевым, Т.В.Бурчак, В.С.Усенко и другими специалистами [4, 10, 13, 14]. В 1970-х годах сотрудники Института гидрогеологии и инженерной геологии выполнили районирование территории СССР по возможности ИВПВ. Основными признаками, по которым определялась перспективность отдельных районов, были потребность в восполнении подземных вод, наличие емкости водоносного горизонта для

«принятия» дополнительного количества воды, а также присутствие источника восполнения необходимого качества [10].

В настоящее время для оценки возможности искусственного восполнения подземных вод нужно отдельно рассматривать его экономическую и экологическую целесообразность. Экономический фактор включает в себя проведение технико-экономического анализа и сравнение стоимости сооружения систем ИВПВ и других возможных источников водоснабжения. На критерии же экологической целесообразности хотелось бы остановиться подробнее.

Добыча подземных вод приводит к образованию так называемых депрессионных воронок (локальных и региональных) — воронкообразных понижений уровня воды в местах ее откачки. При этом, если водоотбор не превышает питание, уровень подземных вод не опускается ниже допустимых значений и истоще-



Региональные и локальные депрессионные воронки Центрального федерального округа Российской Федерации [1]. 1—10 — региональные депрессии в относительных комплексах разного возраста (1 — альб-сеноманском, 2 — гжельско-асельском, 3 — касимовском, 4 — каширском, 5 — подольско-мячковском, 6 — алексинско-протвинском, 7 — упинском, 8 — девонско-юрском, 9 — верхнедевонском, 10 — архей-протерозойском); 11 — крупные локальные депрессионные воронки; 12 — максимальное понижение уровня подземных вод в 2013 г.



Подземные воды юга европейской территории России. Утвержденные запасы (тыс. м³/сут): 1 — 100—500; 2 — 500—1000; 3 — 1000—2000; 4 — более 2000. Использование воды (тыс. м³/сут): 5 — всего; 6 — на хозяйственно-питьевое водоснабжение. Депрессионные воронки: 7 — региональные; 8—10 — локальные, в которых зафиксировано падение уровня подземных вод в 2009 (8), 2010 (9) и 2011 г. (10).

ния не происходит*. Оно случается лишь при чрезмерном отборе, когда вода не успевает накапливаться вновь. В результате длительной эксплуатации уровень подземных вод может снизиться на десятки метров. Радиус образовавшихся при этом депрессионных воронок часто превышает сотни километров и захватывает множество водозаборных сооружений. В этом случае депрессионные воронки становятся региональными.

* Говоря о последствиях чрезмерного водоотбора, понятия «истощение подземных вод» и «истощение эксплуатационных запасов подземных вод» зачастую не разделяют. Это не совсем верно. Истощение подземных вод происходит тогда, когда расход воды из водоносного пласта превышает ее поступление. Эксплуатационные запасы истощаются, если при работе водозаборов темп снижения уровней подземных вод превышает прогнозируемый при разведке. В статье речь идет именно об истощении подземных вод.

В России региональные воронки наблюдаются в основном на европейской территории. Наибольшую площадь занимает Московская депрессионная воронка, которая охватывает практически всю территорию Московской обл. (включая Москву), западную часть Владимирской, северо-восток Калужской и юго-восток Тверской. Ее общая площадь составляет 39 тыс. км². Интересно, что в последние 10 лет уровень подземных вод здесь относительно стабилизировался, а в отдельных местах стал восстанавливаться из-за уменьшения водоотбора**.

На юге России в результате эксплуатации Краснодарского и Троицкого месторождений подземных вод сформировалась Кропоткинско-Краснодарская региональная воронка. Здесь в 2013 г. зафиксировано падение уровня воды сверх допустимых значений на участках Восточный-1, Восточный-2, Витаминкомбинат, Елизаветинский и Ново-Западный (Краснодарское месторождение). На Троицком месторождении фактическое понижение уровней составило 25.2 м. На всех этих участках происходит истощение подземных вод [15]. Депрессионные воронки юга европейской территории России, а также

утвержденные запасы подземных вод показаны на карте, составленной по новейшим данным ФГУП «Гидроспецгеология».

Московская и Кропоткинско-Краснодарская региональные депрессионные воронки — характерные примеры стабилизации уровня подземных вод из-за сокращения водоотбора и, напротив, их истощения в результате чрезмерного использования.

Так как же депрессионные воронки связаны с критерием экологической целесообразности применения метода ИВПВ? Дело в том, что длительный чрезмерный водоотбор и образование воронок, как уже говорилось, наносят вред окружающей среде, оказывая негативное влияние на почвы и растительность региона. Для минимизации ущерба необходимо восполнение запасов подземных вод. Закон Российской Федерации

** http://www.geomonitoring.ru/mpv_gdsost.html

предусматривает сохранение естественных экологических систем, природных ландшафтов и биологического разнообразия, а осуществление любой деятельности, воздействующей на окружающую среду, возможно только при соблюдении необходимых условий охраны, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов [16]. Следовательно, искусственное восполнение подземных вод необходимо в тех случаях, когда они истощены, но при этом нет возможности снизить водоотбор.

При определении районов, в которых возможно применение метода ИВПВ, наряду с потребностью в восполнении, достаточной емкостью водоносного горизонта и наличием подходящего источника важно учитывать экономические и экологические факторы. Кроме того, все критерии необходимо рассматривать в комплексе. Например, если район относится к перспективным по потребности, емкости водоносного горизонта и экологической целесообразности, а источник восполнения удален от водозабора подземных вод, стоит проанализировать, не будет ли выгоднее перевести водоснабжение на удаленный поверхностный источник.

Таким образом, при районировании по условиям ИВПВ предлагается выделять шесть типов районов: 1 — однозначно перспективные для ис-

кусственного восполнения; 2 — перспективные, но с отсутствием потребности в настоящее время; 3 — те, в которых ИВПВ экономически и экологически нецелесообразно; 4 — экологически нецелесообразные; 5 — экономически нецелесообразные; 6 — неперспективные.

Разумеется, прежде чем окончательно решить вопрос о применении ИВПВ на конкретном водозаборе, недостаточно определить район, к которому этот водозабор относится. Необходимо провести дополнительные исследования, включающие опытно-фильтрационные и геофизические работы, химико-аналитические исследования качества подземных и поверхностных вод, оценку санитарно-экологического состояния территории и др.

Очевидно, что ИВПВ — важный способ увеличения эксплуатационных запасов подземных вод в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на поверхностные воды, а также надежный метод предотвращения негативных экологических последствий при интенсивном отборе подземных вод. Пока искусственное восполнение подземных вод в России — скорее миф. Но мировой опыт применения ИВПВ, а также наличие исследований по этому вопросу в нашей стране все же позволяют надеяться на лучшее. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-05-31292).

Литература

1. Информационный бюллетень состояния недр территории Российской Федерации за 2012 год. Вып.36. М., 2013.
2. Жоров А.А. Подземные воды и окружающая среда. М., 1995.
3. Орадковская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. М., 1987.
4. Плотников Н.И., Плотников Н.А., Сычев К.И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод. М., 1978.
5. Смольянинов В.М. Водозаборы с искусственным пополнением подземных вод для орошения земель. Воронеж, 2001.
6. Зекцер И.С. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. Современное состояние и перспективы использования в России. М., 2012.
7. Зекцер И.С., Потапова Е.Ю., Четверикова А.В., Штенгелов Р.С. Перспективы искусственного восполнения на юге европейской территории России // Водные ресурсы. 2012. Т.39. №6. С.624—638.
8. Labnsteiner J., Lempert G. Water management in Windhoek, Namibia // Water Science and Technology. 2007. V.55. №1—2. P.441—448.
9. Gale I., Neumann I., Calow R., Moench M. The effectiveness of artificial recharge of groundwater: a review. Report CR/02/108N. 2002.
10. Хордикийнен М.А. Методика районирования территории СССР с целью магазинирования подземных вод // Разведка и охрана недр. 1974. №1. С.38—48.
11. ГОСТ Р 226.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования».
12. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ в редакции от 28.06.2014.
13. Усенко В.С. Искусственное восполнение запасов и инфильтрационные водозаборы подземных вод. Минск, 1972.
14. Бурчак Т.В. Искусственное пополнение подземных вод. Расчет бассейнов и их систем. Киев, 1986.
15. Информационный бюллетень состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов за 2012 год. М., 2013.
16. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002. №7-ФЗ. Ст.3.

Шалашники — строители и коллекционеры

Е.Н.Панов



В 1871 г. Ч.Дарвин выдвинул систему взглядов, получивших в дальнейшем наименование «теория полового отбора». В начале прошлого века эту чисто умозрительную гипотезу математик Р.Фишер переформулировал в терминах популяционной генетики. В 1970—1980-х годах «теория Дарвина-Фишера» была принята большинством биологов и стала господствующей доктриной. Теперь «продуктами полового отбора» принято считать любую особенность облика и поведения животных, которая, как кажется, явным образом выходит за рамки привычного*. Таковы, например, непомерно длинная шея жирафа, рога жука носорогов или причудливые перьявые «украшения» самцов райских птиц. Сюда же принято относить удивительные повадки птиц шалашников, обитающих в Австралии и в Новой Гвинее.

Шалашники (*Ptilonorhynchidae*) — одно из наиболее древних семейств отряда воробьинообразных (*Passeriformes*). Оно относится к той ветви, которая одной из первых отделилась от общего ствола певчих воробьиных (*Oscines*) вскоре после появления этого подотряда (около 60 млн лет назад) [1]. Шалашники немного моложе лишь лирохвостов (*Menuridae*) — самого архаичного семейства воробьинообразных [2].

* Критическому анализу теории полового отбора, основанному на разборе особенностей брачного поведения разных животных, посвящена книга автора: *Панов Е.Н. Половой отбор: теория или миф? Полевая зоология против кабинетного знания.* М., 2014. — *Примеч. ред.*

© Панов Е.Н., 2015



Евгений Николаевич Панов, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории сравнительной этологии и биокommunikации Института проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН. Лауреат Государственной премии Российской Федерации «За фундаментальные исследования в области коммуникации и биосоциальности животных» (1993). Специалист в области эволюции поведения животных.

Уже по результатам ранних (1960—1970 гг.) исследований биологии шалашников возникло предположение, что относящиеся к ним виды неравноценны по характеру поведения, связанного с возведением структур, именуемых беседками или шалашами. Строго говоря, эти названия можно применить лишь к постройкам двух видов шалашников, которые относятся к родам *Amblyornis* и *Prionodura*. Эту группу называют создателями майских деревьев (по аналогии с *maypole-builders* — украшенными цветами столбами, вокруг которых в Англии люди танцуют 1 мая). Самцы этих видов обносят древесный побег высотой около 1.5 м вертикально стоящими прутиками, поверх которых кладут поперечные палочки и все это украшают всевозможными предметами (рис.1). Другая группа видов (роды *Chlamydera*, *Sericulus* и *Ptilonorhynchus*) именуется строителями аллей (см. рис.1). Эти птицы также вертикально устанавливают прутики (или грубые травинки), но не вокруг побега, а в два параллельных ряда. Лишь в постройке *Chlamydera lauterbachii* их четыре, так что пространство между рядами прутиков поделено на три прохода, располагающихся под прямым углом друг к другу. Наконец, к третьей



Рис.1. Два типа построек, возведенных самцами шалашников, — майское дерево (слева) и аллея.

Здесь и далее фото с сайта Flickr.com

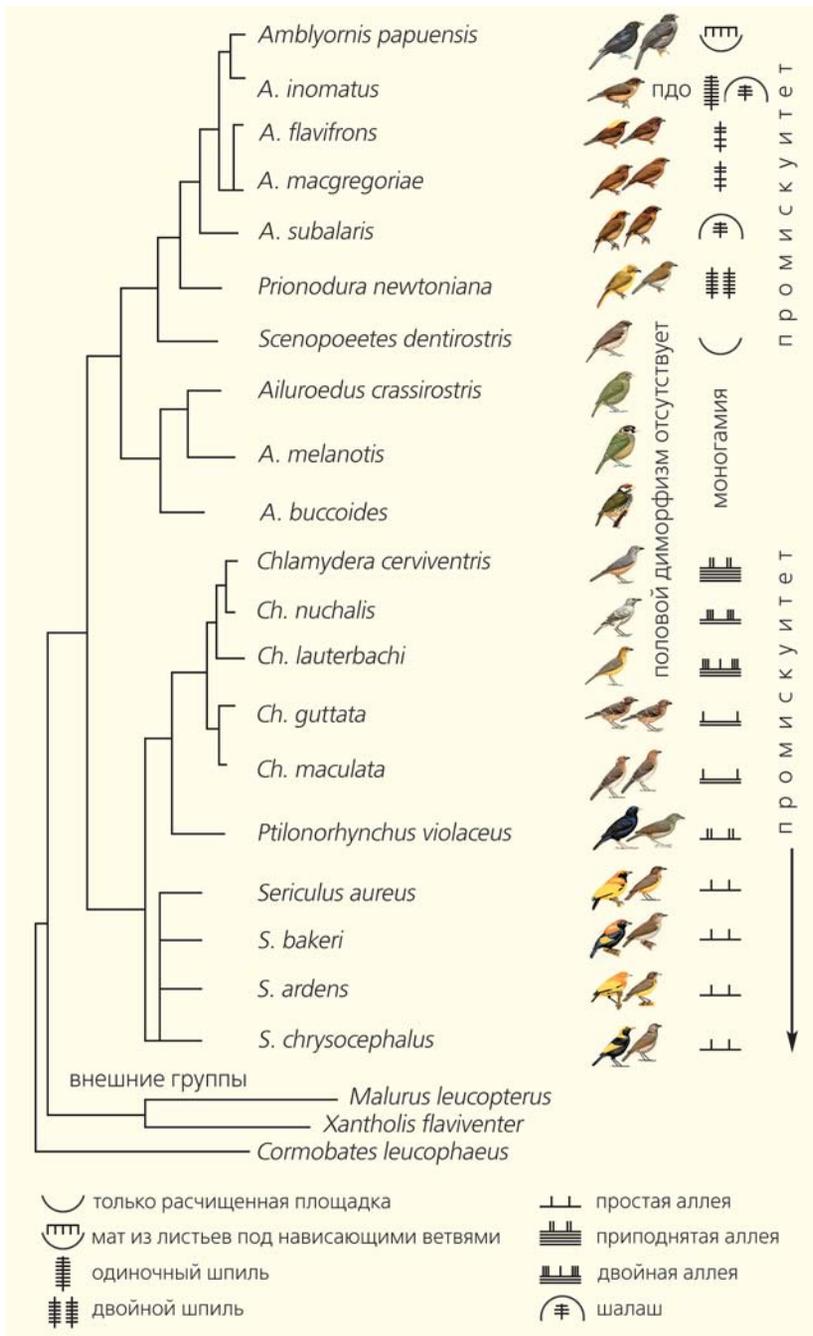


Рис.2. Филогенетическое древо шалашников [4], дополненное данными по особенностям строительного поведения птиц этого семейства. Обратите внимание на отсутствие полового диморфизма (пдо) у трех видов рода *Chlamydera* и на его особенности у *Amblyornis papuensis* (самки крупнее самцов). Условные обозначения структуры беседок [12]. Изображения птиц (слева самцы, справа самки) использованы из [6] с разрешения издательства Lynx Edicions.

группе относятся три вида из рода *Ailurooidus*, которые не возводят никаких сооружений.

Недавно П.Б.Цвирс наложил на филогенетическое древо, построенное с использованием маркеров митохондриальной и ядерной ДНК, данные по особенностям строительного поведения шалашни-

ков (рис.2) [3]. Результаты этого исследования хорошо согласуются с ранними построениями относительно таксономической структуры семейства. Такой синтез орнитологических знаний и молекулярной методологии стал возможен благодаря тому, что за последние два-три десятилетия было получено немало сведений о разных сторонах биологии шалашников, в основном усилиями двух групп исследователей, а именно супругов К. и Д.Фрит (Австралия) и особенно коллектива, возглавляемого Дж.Борджи из Университета штата Мериленд (США).

Социальное поведение

У 17 из 20 видов семейства (исключение — три вида из рода *Ailurooidus*, практикующих моногамию) каждый взрослый самец удерживает за собой небольшой участок, центром которого служит его токовая площадка. Сезон размножения у шалашников растянут на 9–10 мес. в тропиках Новой Гвинеи и на 3–5 мес. в Австралии. На протяжении этого периода к самцу время от времени навещают готовые к гнездованию самки, привлеченные его пением. Так, в одном из исследований установлено, что за два месяца аллеиные шалашники посетили до шести самок [4]. Замечено, что самцы не принимают никакого участия в заботе о потомстве. Кладка состоит из одного–двух яиц, и самка легко справляется с этой задачей в одиночку. Учитывая архаичность семейства среди воробьинообразных, можно полагать, что именно такая социальная система первична для этого отряда.

У двух других видов шалашников, далеко отстоящих друг от друга филогенетически, никаких сооружений на токовой площадке не возводится. Самцы австралийского вида *Scenopoeetes dentirostris* ограничиваются раскладыванием на ней листьев, причем непременно светлым исподом кверху. (К слову, так же поступают со светлоокрашенными листьями самцы райской птицы

Parotia carolae.) Самцы новогвинейского шалашника *Amblyornis papuensis* устилают площадку ковром из листьев папоротников, а на нависающих ветвях кустов и деревьев развешивают побеги эпифитных орхидей с цветами или без них.

У строителей аллеи постройки недолговечны — их с легкостью уничтожают самцы-соперники с соседних участков. Такие сооружения со временем становятся устойчивее у тех видов, самцы которых закладывают на своем многолетнем участке фундамент из нескольких слоев прутьев или стеблей жестких травянистых растений, а стенки аллеи ежегодно возводят из тех же материалов заново с началом очередного сезона размножения.

По-иному обстоит дело у строителей майских деревьев. Эти птицы беспорядочно нагромождают тонкие ветки сначала сверху на отростки тонкого древесного побега, а затем друг на друга. Самцы *Prionodura newtoniana* (Австралия) укладывают кучи хвороста вокруг довольно толстого древесного ствола. Часто их две — у оснований стоящих рядом деревьев, причем вся конструкция увенчана горизонтальной лианой либо упавшей сверху сухой веткой, которые служат хозяину местом трансляции звуковых сигналов. Все это оберегается самцами в среднем на протяжении семи лет (максимально — до 16–20 лет).

Особенно основательны постройки у двух видов рода *Amblyornis*, эндемичных для Новой Гвинеи. У *A. macgregoriae* побег, обвешанный хворостом, возвышается посреди своеобразной «чаши» из мха диаметром до 1 м и с высотой бордюра около 75 см. Настоящие шалаши диаметром в 2 м и высотой не менее метра (часто выше) строят самцы в большей части популяций вида *A. inornatus*. Для крыши птицы используют побеги эпифитных растений, а также прутьи и листья папоротников. Основание центральной стойки обложено мхом, и им же выложен «палисадник», ведущий к выходу из шалаша. Менее эффектны постройки самцов *A. subalaris*: их сооружение напоминает вигвам с диаметром около метра и по сравнению с обширным шалашом *A. inornatus* в меньшей степени открыто спереди. Таким образом, легко представить себе переход к такой структуре от того, что мы видим у *A. macgregoriae*. Ветки должны укладываться не на центральную основу и не рядом с ней, а наклонно — так, чтобы между ними и стойкой сохранилось свободное пространство.

У видов, строящих аллеи, копуляция происходит по единой схеме. Самка, готовая к спариванию, прилетает на токовую площадку и устраивается между параллельными рядами прутьев, оставаясь неподвижной. Самец продвигает брачный танец перед тем выходом из аллеи, к которому обращена ее голова, при этом он может периодически перемещаться по прямой вправо и влево. У некоторых видов эти перемещения имеют характер быстрых перебежек без поворота туловища в сторону движения. Важно заметить, что у *A. flavifrons*, например,

такие акции поразительно сходны с предбрачными танцами райских птиц рода *Parotia*. В обоих случаях пробежки сочетаются со своеобразными движениями головы самцов, весьма сходными по моторике. Во время брачных демонстраций самцы многих видов шалашников подбирают с земли и удерживают в клюве один из декоративных объектов из числа принесенных сюда ранее, а при усилении интенсивности демонстраций могут резко отбрасывать его в сторону. Иногда этот объект самец держит в клюве и по ходу самой копуляции.

Самцу требуется некоторое время (подчас довольно значительное), чтобы преодолеть состояние стресса, вызванное необходимостью нарушить индивидуальную дистанцию с пришлицей. У некоторых видов шалашников наблюдаются даже попытки самца при появлении самки на его участке спрятаться за свою постройку или за ствол дерева. Наконец самец решает сблизиться с самкой, обегает аллею и приступает к спариванию, при этом настроен он нередко довольно агрессивно. Так, самец *S. dentirostris* при копуляции хватается самку за затылок клювом и резко дергает ее голову вправо и влево [5]. Установлено, что самки *Ptilonorhynchus violaceus* и *Chlamydera maculata* испытывают сильный шок после копуляции [4]. К теме агрессивного поведения самцов я еще вернусь, а сейчас несколько слов о том, какие еще средства самцы используют для обустройства своего индивидуального участка.

Пожалуй, более всего натуралистов поражает манера шалашников собирать всевозможные предметы, как естественного происхождения, так и рукотворные, и размещать их вокруг своих построек либо непосредственно на их поверхности. Здесь самцу нет удержу — порой на участке накапливается до двух тысяч разнообразных предметов. Птица может приносить их с большого расстояния, а также похищать с участков соседей. У одних видов вкусы в этом отношении довольно скромные. Так, самцы *Prionodura newtoniana* склонны укладывать на свои кучи хвороста пучки светлоокрашенных лишайников, а для самцов *Chlamydera nuchalis* наиболее предпочтительны белые раковины брюхоногих моллюсков. Самец *A. inornatus* раскладывает отдельными аккуратными кучками у входа в свой шалаш красные, фиолетовые и желтые плоды разных растений, яркие цветы и оранжевые листья. Самцы других видов предпочитают собирать надкрылья жуков или грибы редких разновидностей, которые подчас не так уж легко разыскать в дремучем дождевом лесу. Самец *A. macgregoriae* размещает такие грибы на бордюре моховой чаши, а плоды и помет животных подвешивает высоко на центральном сооружении из веток. Наблюдения показывают, что самцы *A. papuensis*, *P. newtoniana*, *Chlamydera maculata*, *Ch. nuchalis* проводят на своих токовых площадках, доставляя новые предметы и переключая с места на место уже имеющиеся, больше

половины дневных часов, а *Ptilonorhynchus violaceus* — до 70% [5].

Плоды неустанной деятельности самцов, бесспорно, впечатляют человека, но у меня нет полной уверенности, что так же реагируют на это самки шалашников. Дарвин, склонный к антропоморфическим трактовкам поведения животных, был абсолютно убежден в том, что эти собрания разнообразных предметов не что иное, как «украшения», предназначенные для «очаровывания» самок. Борджиа, будучи твердым приверженцем идеи полового отбора, задался целью оправдать эти воззрения, применив в изучении поведения шалашников количественные методы и полевой эксперимент.

Репродуктивный успех самцов

Стандартный первый шаг в попытках подтвердить реальность полового отбора у того или иного вида состоит в том, чтобы показать некие преимущества одних самцов перед другими в глазах самок. Этот аргумент совершенно недостаточен для утверждения, что именно эта неравноценность есть движущий фактор эволюции так называемых эксцессивных структур и демонстрационного поведения, но он оказывается по сути дела единственным, допускающим эмпирическую проверку.

При наблюдениях за 12 самцами шалашника *Ch. maculata* на протяжении двух месяцев оказа-

лось, что только шесть из них копулировали в этот период (6, 4, 2, 1, 1 и 1 раз, соответственно) [4]. Самки помечены не были, так что состав пар, вовлеченных в эти копуляции, установить не удалось. Авторы пришли к заключению, что успех самцов коррелировал с такими особенностями шалашей, как симметричность постройки (недостовверно), длина стеблей травы, из которой были выстроены стенки аллей, и вертикальность их установки. Слабые корреляции обнаружены также между успехом обладателей шалашей и количеством красных и розовых предметов (осколков стекла) около построек. По мнению авторов, изменчивость в характере трех типов таких декораций объясняет 96% вариаций в избирательности самок.

Аналогичные выводы были сделаны в отношении другого вида, *Ptilonorhynchus violaceus*, который стал модельным для коллектива, возглавляемого Борджиа [6]. Позже, когда доктрина полового отбора «обогадилась» понятием «множественные половые признаки», эта группа исследователей задалась целью узнать, что именно определяет выбор самок — разложенные вокруг шалаша декоративные объекты или же интенсивность брачных демонстраций самцов.

Для решения этого вопроса был поставлен эксперимент. На площадки самцов выкладывали строго определенное количество синих предметов (особенно предпочитаемых самцами этого вида, рис.3) и сравнивали успех этих особей у самок



Рис.3. Самка (в шалаше) и самец *Ptilonorhynchus violaceus*.

Фото Дж. Мунро (J. Munro)

с тем, который наблюдали у контрольных самцов. В данном случае результаты оказались не вполне однозначными. В статье написано: «Мы показали, что поисковое поведение самок у изученного вида — это сложный процесс, включающий в себя несколько стадий. Самки принимают последовательные решения, отвечающие каждой стадии оценки качества демонстраций самцов. Кроме того, характер этих решений зависит от возраста самки. Различия в отношении самок к синим декоративным объектам, с одной стороны, и к интенсивности демонстраций самца, с другой, возможно, связаны с агрессивной природой последних. Интенсивность демонстраций может оказаться лучшим показателем качества самца, чем [количество] синих украшений. Но, поскольку молодые самки более непримиримо, чем взрослые, реагируют на интенсивные демонстрации самцов, они могут быть неспособными оценить этот показатель при поисках полового партнера» [7].

Другие исследователи изучали роль поведения самок в их предкопуляционных взаимодействиях с самцами, используя дистанционно управляемую модель самки [8]. Ученые установили, что самец снижает интенсивность своих демонстраций в ответ на позу, принимаемую самкой при испуге, но вопреки их ожиданиям оказалось, что это обстоятельство никак не сказывается на репродуктивном успехе самцов.

В ряде исследований было показано, что самцы *Ch. maculata* весьма агрессивны в ситуациях, предшествующих спариванию. Стенки построек этих шалашников сделаны не из прутиков, как у других видов рода *Chlamydera*, а из стеблей трав и потому просвечивают насквозь. Кроме того, коридор аллеи у *Ch. maculata* шире, чем у других сородичей, что позволяет самцу исполнять брачный танец внутри такого шалаша. Самка может видеть токующего самца снаружи, что, по мнению исследователей, защищает ее от возможных атак с его стороны [9, 10]. Как сказано в другой работе, «шалаш, сооружаемый самцом, полезен для самок в том отношении, что позволяет им избежать нежелательных копуляций» [11]. Авторы этой работы называют «преимущества», получаемые при этом самкой, «проксимальной выгодой». Отсюда делается общий вывод, согласно которому предкопуляционное поведение самцов разных видов шалашников организовано так, чтобы наилучшим образом гарантировать безопасность самки в случае попыток насильственных копуляций.

Происхождение и эволюция шалашей

По мнению Борджиа и его коллег, степень агрессивности самца положительно коррелирует с его качествами как производителя. Сама по себе эта мысль едва ли может вызвать возражения. Но те выводы, которые делают из нее названные иссле-

дователи, выглядят по меньшей мере странными с точки зрения этолога. Суть их состоит в том, что у шалашников шла эволюция в сторону усиления агрессивности брачных демонстраций самцов, а это повышало интенсивность этих акций. Одновременно у них развивалась способность строить шалаша в качестве компенсации тех неудобств, которые возникали у самок во время взаимоотношений с самцами [12, 13].

Авторы этой гипотезы объясняют преобразования демонстраций тем, что новые компоненты полового поведения были «заимствованы» из репертуара агрессивного поведения. Эта идея должна показаться дикой для каждого, кто имеет хоть малейшее представление о двойственном характере гормональной детерминации поведения. Здесь перед нами пример того, как две совершенно условные категории — «агрессивное» и «брачное» поведение — трактуются в качестве неких механических наборов признаков, которыми эти две сущности способны каким-то образом обмениваться друг с другом. Стоит напомнить, что изначально суть концепции «демонстраций» состояла в том, что их рассматривали как результат конфликта трех мотиваций — половой, агрессивной и страха. Эта точка зрения, восходящая к идеям нобелевского лауреата (1973) Н.Тинбергена, оставалась одной из доминирующих в этологии до момента ухода от ее достижений в область схоластических спекуляций на почве полового отбора.

Азбучная истина гласит, что все репродуктивное поведение самцов находится под контролем единой гормональной системы, в которой ведущая роль принадлежит тестостерону. Он же определяет развитие ряда структур половой системы в онтогенезе и вовлечен в процесс сперматогенеза, не говоря уже о том, что этот гормон определяет становление значительной части вторичных половых признаков внешней морфологии. Как пишет Дж. Вингфилд с соавторами, «тестостерон также регулирует экспрессивные проявления репродуктивного поведения, как сексуального характера, так и агрессию» [14]. Поэтому совершенно искусственными и неправдоподобными выглядят построения, декларирующие некую первоначальную автономию двух сфер эмоциональных проявлений — секса и агрессии, а также возможность вторичного перехода элементов одной из них в другую. Обе они составляют нерасторжимое единство.

Почти полвека назад пионер в области изучения биологии и поведения шалашников Э.Т.Джиллард предположил, что в эволюции этих птиц произошел переход от демонстраций птицы своего оперения самкам к их привлечению посредством строительства и декорации брачных беседок [15]. Одну из причин этого ученый видел в том, что яркое оперение и броское брачное поведение самцов должно отрицательно влиять на их выживаемость. Следовательно, полагал он, утрата такого рода вторичных половых признаков самцами должна быть



Рис.4. Самец *Amblyornis inornatus* в постоемном им шалаше. Видны горы синих ягод, оранжевых грибов и листьев.

Фото Т.Ламана (T.Laman)

адаптивной для них, а следствием оказывается уход вида от выраженного полового дихроматизма. Согласно этой гипотезе, следует ожидать обратной зависимости между степенью развития полового диморфизма и сложностью беседки.

Джиллард не задавался вопросом, каковы могут быть реальные биологические механизмы такого рода «переноса» признаков внешней морфологии самцов на продукты их деятельности. Но для адапционистов не кажутся невозможными самые фантастические сценарии, а в данном случае в помощь им приходит магическое словосочетание «половой отбор». В этом ключе гипотезу Джилларда подвергли обсуждению, считая ее вполне правдоподобной через 30 лет после того, как она была выдвинута [11]. По мнению авторов этой статьи, предсказания гипотезы оправдываются для той ветви семейства, виды которой возводят аллеи. Основанием для такого заключения послужило то, что шалашы двух видов (*Chlamydera cerviniventris* и *Cb.lauterbachii*) были признаны наиболее сложными, при том что диморфизм в окраске самцов и самок у них отсутствует. Впрочем, авторы приходят к выводу, что гипотеза не оправдывается в отношении группы строителей майских деревьев и для семейства шалашников в целом. На мой взгляд, трудно было ожидать чего-либо иного.

Тот же Джиллард высказывал мнение, согласно которому истоки возникновения шалашей в ходе эволюции следует искать в гнездостроительном по-

ведении самцов. Этой же точки зрения, наиболее правдоподобной, на мой взгляд, придерживался и другой знаток биологии шалашников, Дж.Даймонд [16]. Он мотивировал это предположение, указывая на широко распространенное явление постройки самцами многих видов большого количества гнезд, которые служат цели привлечения самок на их участки. Однако против этой гипотезы категорически выступил Борджиа [6]. Он видит общее этой гипотезы с другой, предполагавшей, что к шалашам видов—строителей майских деревьев привлекают разложенные вокруг них съедобные фрукты и цветы. Авторы пишут, что обе эти гипотезы «не имеют общего значения и не соответствуют современным моделям полового отбора» (с.226; курсив мой. — Е.П.). Другие возражения сводились к тому, что шалашы не похожи на гнезда шалашников и располагаются, в отличие от них, на земле.

Спрашивается, что могли «современные модели полового отбора» противопоставить вполне реалистичным предположениям сторонников идеи о происхождении шалашей в результате модификации гнездостроительного поведения самцов. Вот что предлагают Борджиа и его соавторы взамен «гнездовой гипотезы». Они пишут: «Самцы демонстрируют обладание охраняемым, декорированным местом тока, что служит для самок свидетельством их неодинакового качества как [потенциальных] половых партнеров. Точно так же, как при оценке экстравагантного оперения сам-

цов, самки должны отдавать предпочтение тем из них, кто способен осуществлять эффектные демонстрации, не нарушаемые вмешательством соперников, в пределах своих токовых площадок. Однажды возникнув, такая избирательность может вести к увеличению количества украшений на этих площадках и к строительству шалашей. Декорированная площадка и шалаш становятся тогда индикатором социального статуса и качества самца. Сравнивая шалаша разных самцов, самка может оценивать эти их показатели, а также качество их демонстраций» [6, с.230].

С момента написания этих строк прошло почти 20 лет, а теоретические построения адептов доктрины полового отбора не претерпели практически никаких изменений. Одна из новинок — это так называемая гипотеза предсуществовавших признаков. В общей формулировке она звучит так: «У самок происходит становление [в эволюции] предпочтений к уже существующим признакам самцов». В частном приложении к случаю шалашников речь идет о «кооптации в брачные демонстрации тех сигналов, которые возникли

в эволюции в контексте угрожающих взаимодействий между самцами» [12]. Беспомощность этих построений, претендующих на роль научного объяснения эволюции строительного поведения шалашников, мне представляется самоочевидной.

Эволюция строительного поведения

Даймонд обратил внимание на высокий консерватизм ряда форм поведения в архаических ветвях отряда воробьинообразных, а именно древнего семейства шалашников и более молодых райских птиц (рис.5). Он пишет: «Постройка шалашей могла возникнуть, когда самцы расчищали токовую площадку для усиления эффекта своих демонстраций, как это происходит у райских птиц *Diphyllodes* и *Parotia*, а также у скального петушка *Rupicola rupicola* из семейства Cotingidae. «Беседка» шалашника *S.dentirostris* — это, фактически, расчищенный участок земли, украшенный перевернутыми древесными листьями. У содержащегося в неволе самца вида *Ailuroedus crassirostris*, не относящегося

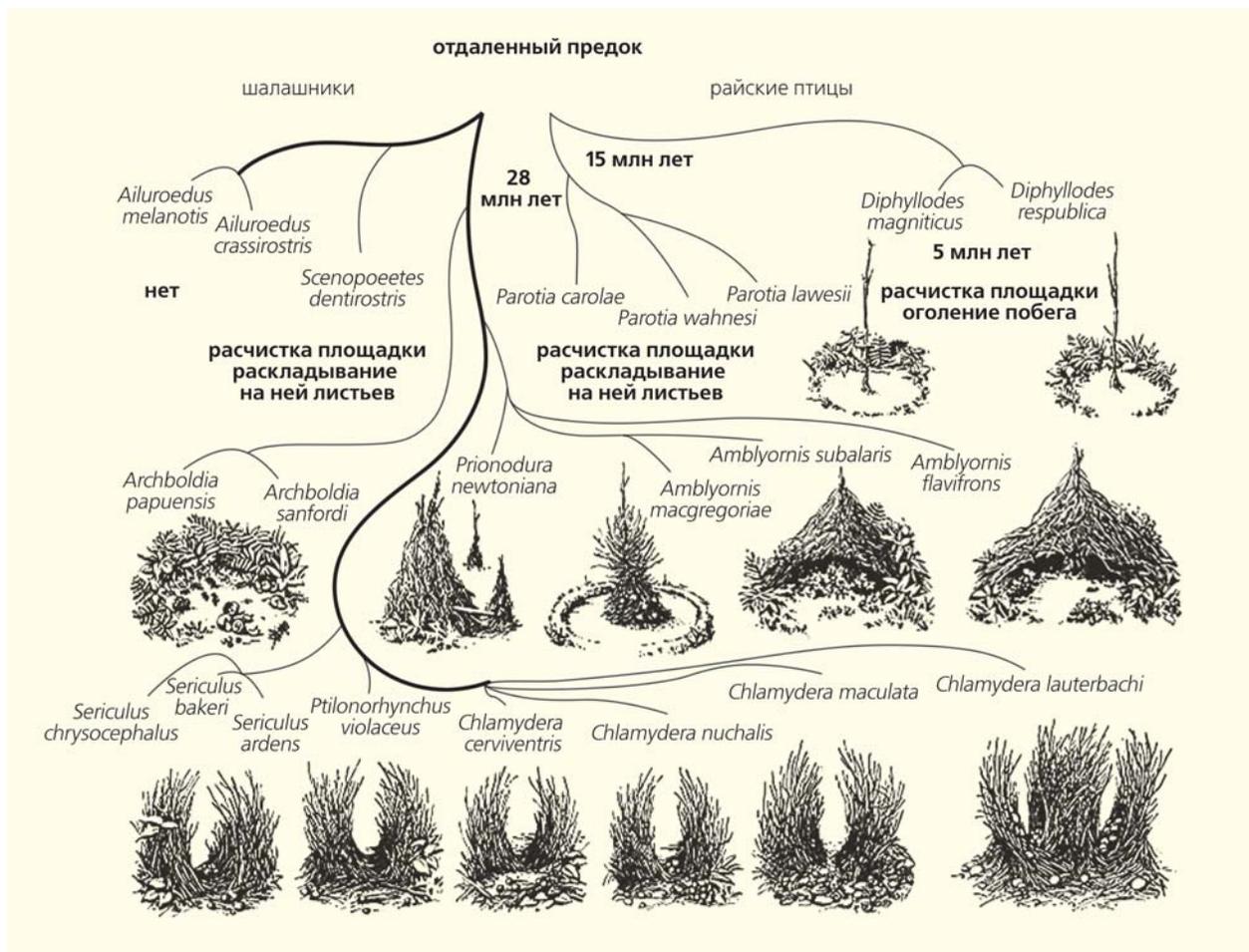


Рис.5. Гипотетическая схема эволюции строительного поведения самцов райских птиц и шалашников. За основу взят рисунок, опубликованный на сайте лаборатории Дж.Борджиа (www.life.umd.edu/biology/borgialab/index.html)

к числу строителей шалашей, наблюдали аналогичное раскладывание перевернутых листьев» [16].

Более поздние наблюдения дали немало фактов, подтверждающих идею паразитического консерватизма в эволюции сигнального поведения. Так, у райских птиц рода *Parotia*, токующих на земле, за прошедшие десятки миллионов лет сохранились такие формы поведения, свойственные шалашникам, как устиление площадки субстратом растительного происхождения и раскладывание на ней листьев. Брачные танцы самцов *P. lawesii* и шалашника *A. flavifrons* практически идентичны по моторике, к тому же оба танцуют перед вертикальным побегом. Разница лишь в том, что первый предварительно очищает его от листьев, а второй — нагромождает на него тонкие ветки, образующие шалаш в форме вигвама. Важно заметить, что род *Parotia* занимает на филогенетическом древе райских птиц положение, близкое к основанию. Поэтому можно думать, что эти птицы сохранили инстинкт ориентировать брачные демонстрации на вертикальные структуры, но утратили способность строить вокруг них шалаша.

Таким образом, в эволюции шалашей типа майского дерева можно выделить следующие начальные стадии:

- расчистка площадки — поведение, свойственное уже наиболее древним воробьинообразным (лирохвостам);
- принос на площадку объектов растительного происхождения (например, листьев), что в дальнейшем выливается в устиление ее сплошным ковром из фрагментов растений (как, например, у шалашника *A. papuensis*);
- локализация площадки таким образом, чтобы в центре ее находился вертикальный побег;
- доставка к нему веток и/или жестких стеблей и укладывание их на вертикальную основу.

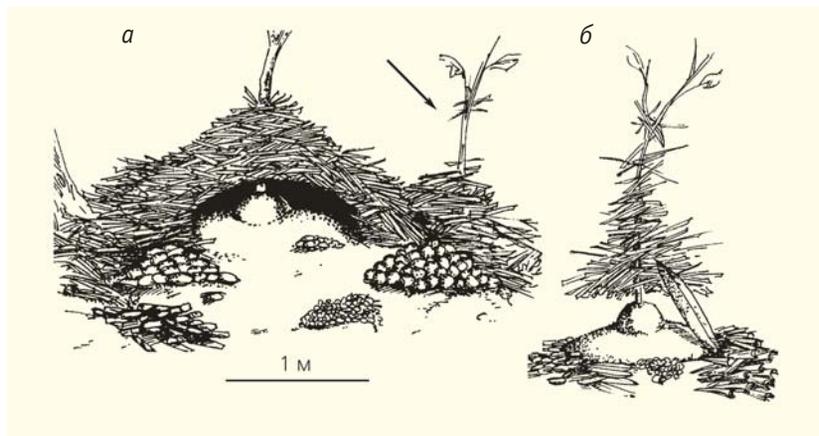


Рис.6. Географическая изменчивость конструкции беседок у новогвинейского шалашника (*Amblyornis inornatus*), обитающего в горах Арфак (а) и Факфак (б) [18]. Из рисунка в оригинале статьи следует, как будто бы, что в первом регионе возможны оба типа структур (второй показан стрелкой). Но это обстоятельство не оговорено ни в подписи к рисунку, ни в тексте.

Дальнейшая эволюция шалашей этого типа может идти по принципу «свободной эволюции», не требующей участия каких-либо форм отбора [17]. Дело в том, что процесс постройки шалаша особью в значительной степени базируется на импровизациях, которые модифицируют видоспецифическую врожденную программу. Это прямое следствие высокой продолжительности жизни шалашников. Для ряда видов, по которым имеется достаточно полный материал, она оценивается в 20—30 лет, индивидуально помеченные самцы доживали до 23 лет [5]. При этом самец вырабатывает типичную видоспецифическую манеру устройства площадки лишь с возрастом (на четвертый год у *A. macgregoriae*, на пятый—седьмой у *Ptilonorhynchus violaceus*). До этого самцы строят «пробные», несовершенные шалаша [16].

Понятно, что чем более дифференцирована генетическая программа (предписывающая большее количество компонентов конструкции шалаша), тем, естественно, шире изменчивость окончательных построек. Эта изменчивость проявляется на индивидуальном уровне внутри популяции и в ряде случаев четко выражена географически. Например, у одного из подвидов шалашника *A. macgregoriae* чаша у основания вертикальной конструкции шире, чем во всех прочих представителях вида и выстлана не мхом, а листьями древесного папоротника. Наиболее яркий случай географической изменчивости структуры шалаша описан для вида *A. inornatus* (рис.6) [18]. Такого рода явления приводят некоторых исследователей к мысли, что филогенетический компонент в структуре построек выражен довольно слабо — «лабильная эволюция», по выражению Р.Кусмиерски [11].

Вместе с тем, как подчеркивает Даймонд, «трудно поверить в то, что географическая изменчивость структуры построек (в частности, у *A. inornatus*) носит адаптивный характер. Самцы одних популяций выкладывают ковер из зеленого мха, других — из черного. В каких-то местах они отдают предпочтение декорациям из голов и надкрылий жуков, в иных используют только надкрылья. Расположение декораций также выглядит нерегулярным. Предметы определенного цвета размещаются либо внутри шалаша, либо снаружи» [16, с.33].

Процесс поступательного усложнения структуры шалашей за счет все большего накопления частных вариаций носит имманентный характер и не требует дополнительных объяснений, в частности привлечения идеи полового отбора. Происходящее легко уподобить аналогичному

усложнению структуры гнезд (рис.7). Здесь добавление новых элементов (например, длинной входной трубки) к гнездовой камере как таковой не должно приводить к какому-либо кардинальному улучшению функционального назначения постройки. Не меняя условий, в которых пребывают яйца и птенцы, трубка может лишь усложнить процедуру кормления последних.

Даймонд предположил, что манера постройки шалашей определяется традициями — молодые самцы учатся, подражая взрослым [16]. Однако эта точка зрения кажется мне сомнительной — и в случае конструкций сооружений, и его декорирования. Интересный материал, подтверждающий эту идею в применении к выбору самцами декоративных предметов, приведен в статье Дж.Мейден с соавторами [20]. Именно проявление традиций они видят в разнообразии предметов, которые самцы *Chlamydera maculata* приносят к своим шалашам коридорного типа (рис.8). К такому выводу авторы приходят путем исключения прочих возможных факторов: доступности объектов в окрестностях построек и отсутствия родственных связей между самцами данной локальной группировки. Не объясняют

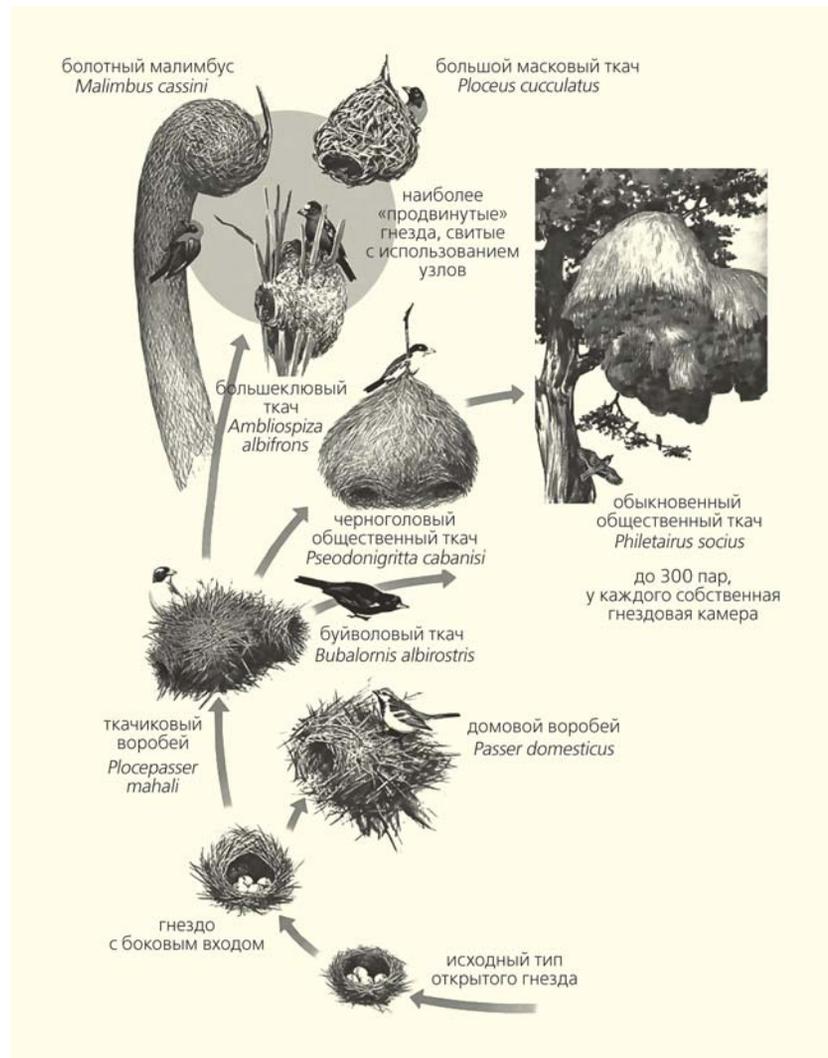


Рис.7. Эволюция конструкции гнезд у ткачиковых (семейство Ploceidae) [19].

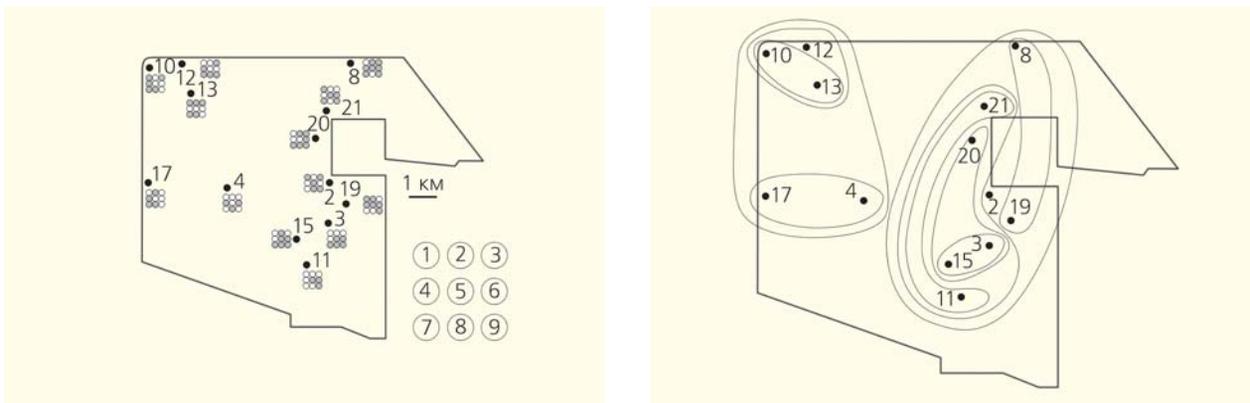


Рис.8. Изменчивость в использовании «украшений», приносимых самцами шалашника *Chlamydera maculata* к их беседкам [20]. Слева: наборы объектов около 13 беседок в одной локальной группировке самцов. 1 — раковины пресноводных моллюсков; 2 — коричневые камешки; 3 — кусочки кварца; 4 — осколки скорлупы яиц эму; 5 — фрагменты красного пластика; 6 — то же, черного пластика; 7 — кусочки побегов растений; 8 — синие стеклышки; 9 — металлические объекты. Справа: беседки, ооконтуренные в соответствии со степенью сходства принесенных к ним «украшений». Четко выделяются два кластера, локализованные в разных секторах экспериментальной площадки.

наблюдаемые вариации в распределении декораций и отдельные случаи воровства объектов у соседей.

Ряд исследований был посвящен вопросу о том, насколько видоспецифична и устойчива избирательность самок по тому или иному цвету декоративных объектов, и в чем причина такого рода предпочтений. Здесь нет единства мнений. Одни авторы утверждают, что эти склонности могут быть вторичными — обусловлены первоначальными предпочтениями к цвету кормовых объектов (плодов определенных видов растений), другие категорически отвергают такую точку зрения. Эта проблема слишком обширна, чтобы обсуждать ее здесь. Ближе к нашей теме и, на мой взгляд, не менее, а возможно, и более интересен вопрос о происхождении самого поведения в собирании объектов и складывании их десятками и сотнями в одном и том же месте. К сожалению, мне не удалось найти ни одного источника, где этот вопрос хотя бы был задан. Напрашивается мысль, что эти повадки имеют общие корни с манерой устилать площадку фрагментами растительности, которые также доставляются самцами из-за ее пределов. Отзвуки этих инстинктов сохранились и у некоторых видов райских птиц, чьи самцы приносят на свои площадки объекты, которые так или иначе выделяются из общего окружения. Это могут быть клочки шерсти и фекалии млекопитающих, обрывки змеиной кожи и т.д. Позже самка подбирает эти объекты и уносит их прочь.

* * *

Как бы ни менялись подходы в изучении поведения животных под влиянием новых модных течений, мне кажется, что неизменными остаются четыре вопроса Тинбергена. Какова приспособительная функция данной формы поведения? Каковы физиологические механизмы ее осуществления? Как происходит ее становление в онтогенезе? Как поведение преобразуется в ходе эволюции? Очевидно, что львиная доля идущих ныне изысканий сосредоточена на поисках функциональных объяснений эволюции поведения, в том числе связанного с постройкой шалашей и их декорированием. Однако рассуждения строятся так, словно само возникновение этого поведения не представляет никакой загадки. Подразумевается, что это само собой разумеющийся результат полового отбора.

Задача науки состоит в том, чтобы подвести вновь открытое, мало понятное явление под те закономерности, которые ранее выяснены для других, сопоставимых с ним, но уже достаточно хорошо изученных. В данном случае перед нами лишь видимость применения этой стратегии, поскольку предлагаемые объяснения поведения шалашников отсылают нас не к чему-то досконально понятному, а лишь к ставшей привычной формуле, полностью укладывающейся в два слова: «половой отбор».

Причина такого положения вещей вполне понятна. Суть столь сложного поведения шалашников не может быть понята без детальных исследований внутренних механизмов, его определяющих (второй вопрос Тинбергена). А раскрытие этих механизмов требует изучения становления и развития инстинктов постройке шалаша и его декорирования в онтогенезе (третий вопрос Тинбергена). Ни того, ни другого мы не находим среди обилия исследований, в которых существование полового отбора постулируется изначально. На отсутствие таких исследований, выполнимых в условиях зоопарка, справедливо сетует Даймонд [16, с.34].

Функциональный подход, в той его форме, которая господствует в существующих исследованиях, опасен еще и тем, что он направлен на подтверждение постулатов доктрины полового отбора. Опасность состоит в том, что неизбежные во всякой работе заблуждения консервируются и накапливаются, не позволяя двигаться дальше по пути поиска истины. Насколько мне известно, ни разу не предпринималась попытка поставить под сомнение взгляды, ставшие привычными, «навязанными на зубы». Почему бы, например, не попробовать вместо увеличения числа «декоративных объектов» около шалашей, напротив, изымать их у всех самцов в их локальной группировке? Как поведут себя при этом самки? Я совершенно не исключаю, что они с таким же успехом будут посещать самцов, движимые неуклонным стремлением быть оплодотворенными в тот момент, когда гнездо готово к размещению в нем яиц.

А вот другой мыслимый эксперимент, результаты которого совершенно непредсказуемы заранее. Показано, что при склонности к собиранию синих предметов, самцы шалашника *Ptilonorhynchus violaceus* испытывают отвращение к красным [21]. Так давайте заменим все синие декорации красными у нескольких шалашей и посмотрим, как это отразится на репродуктивном успехе их обладателей!

Особый интерес, на мой взгляд, представляет изучение онтогенеза поведения, направленного на сбор «декоративных объектов». Если пользоваться антропоморфическими аналогиями, столь близкими адептам доктрины полового отбора, это поведение выглядит поистине параноидальным. Начав «украшать» свой шалаш, птица попросту не в состоянии остановиться. Посмотрите фильм «Bowerbirds. The art of seduction part 5 of 5»*, в котором показано, как самец *Chlamydera nuchalis*, чей шалаш располагается вблизи военной базы, выкладывает у входа в него горы из темно-зеленых крышек от солдатских флагов, гильз и т.д. Вы увидите, как эта птица размером немного мельче галки, с массой около 200 г несет в клюве большой солдатский нож и добавляет его в кучу перед шалашом.

* www.youtube.com/watch?v=ASk5dzzQTzw

В методологии науки существует точка зрения, согласно которой наиболее продуктивная стратегия в изучении сложных систем состоит в том, чтобы объяснять присущие им функции через их структуры [22]. Прямо противоположную картину мы видим в исследованиях, проводимых в традициях доктрины полового отбора. Здесь идут, как правило, по пути объяснения структур через их функцию и эволюцию, тем самым незаметно минуя первый, наиболее трудоемкий, этап работы и обращаясь сразу к функциональным и причинным объяснениям — зачастую совершенно произ-

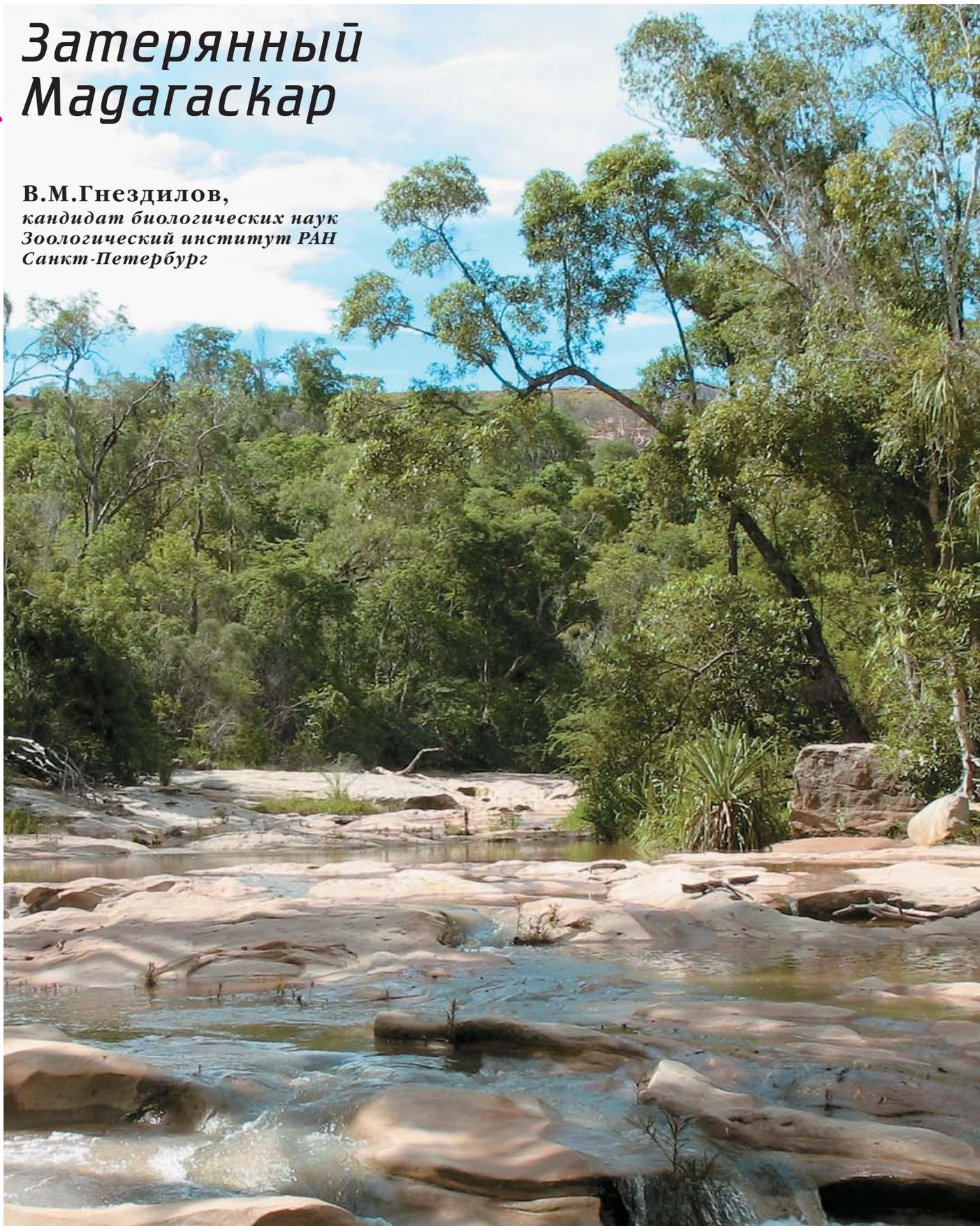
вольным. Хорошим примером служит попытка доказать, что самцы шалашников раскладывают предметы около шалаша таким образом, что создают некую зрительную иллюзию для самок, которая способствует репродуктивному успеху самца [23]. Впрочем, абсурдность гипотезы была настолько очевидной, что публикация сразу же подверглась уничтожающей критике со стороны коллектива исследователей поведения шалашников, возглавляемого Борджиа. К сожалению, это неустраняемый дефект подхода, основанного на принципах наивного адапционизма. ■

Литература

1. *Barker F.K., Cibois A., Schikler P. et al.* Phylogeny and diversification of the largest avian radiation // *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2004. V.101. №30. P.11040—11045.
2. *Jönsson K.A., Fjeldse J.* A phylogenetic supertree of oscine passerine birds (Aves: Passeri) // *Zoologica Scripta.* 2006. V.35. №2. P.149—186.
3. *Zuiwers P.B.* Use of molecular techniques to address the evolution of display traits in the Ptilonorhynchidae and other passeriform species. PhD Dissertation. Univ. of Maryland. 2009.
4. *Borgia G., Mueller U.* Bower destruction, decoration stealing and female choice in the Spotted Bowerbird *Chlamydera maculata* // *Emu.* 1992. V.92. P.11—18.
5. *Firth C.B., Firth D.W.* Family Paradisaeidae (birds-of-paradise) // *Handbook of the Birds of the World: Bush-shrikes to Old World Sparrows* / Eds J. del Hoyo, A.Elliott, D.Christie. Barcelona, 2009. V.14. P.404—459.
6. *Borgia G.* Bower quality, number of decorations and mating success of male Satin Bowerbirds (*Ptilonorhynchus violaceus*): an experimental analysis // *Anim. Behav.* 1985. V.33. P.266—271.
7. *Coleman S.W., Patricelli G.L., Borgia G.* Variable female preferences drive complex male displays // *Nature.* 2004. V.428. P.742—745.
8. *Patricelli G.L., Coleman S.W., Borgia G.* Male Satin Bowerbirds, *Ptilonorhynchus violaceus*, adjust their display intensity in response to female startling: an experiment with robotic females // *Anim. Behav.* 2006. V.71. P.49—59.
9. *Borgia G.* Threat reduction as a cause of differences in bower architecture, bower decoration and male display in two closely related bowerbirds, *Chlamydera nuchalis* and *C.maculata* // *Emu.* 1995. V.95. P.1—12.
10. *Borgia G., Presgraves D.* Coevolution of elaborated male display traits in the spotted bowerbird: an experimental test of the threat reduction hypothesis // *Anim. Behav.* 1998. V.56. №5. P.1121—1128.
11. *Kusmierski R., Borgia G., Uy A., Crozier R.H.* Labile evolution of display traits in bowerbirds indicates reduced effects of phylogenetic constraint // *Proc. Biol. Sci.* 1997. V.264. №1380. P.307—313.
12. *Borgia G., Coleman S.W.* Co-option of male courtship signals from aggressive display in bowerbirds // *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B.* 2000. V.267. P.1735—1740.
13. *Borgia G.* Preexisting male traits are important in the evolution of elaborated male sexual display // *Adv. Stud. Behav.* 2006. V.36. P.249—302.
14. *Wingfield J.C., Hegner R.E., Dufty A.M., Ball G.F.* The «challenge hypothesis»: Theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies // *Amer. Nat.* 1990. V.136. №6. P.830—846.
15. *Gilliard E.T.* Birds of paradise and bowerbirds. L., 1969.
16. *Diamond J.* Biology of birds of paradise and bowerbirds // *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1986. V.17. P.17—37.
17. *Серебровский А.С.* Некоторые проблемы органической эволюции. М., 1973.
18. *Uy J.A.C., Borgia G.* Sexual selection drives rapid evolution in bowerbird display traits // *Evolution.* 2000. V.54. №1. P.273—278.
19. *Fisher J., Peterson R.T.* The world of birds. 1964.
20. *Madden J.R., Lowe T.J., Fuller H.V. et al.* Local traditions of bower decoration by spotted bowerbirds in a single population // *Anim. Behav.* 2004. V.68. P.759—765.
21. *Keagy J., Savard J.-F., Borgia G.* Male satin bowerbird problem-solving ability predicts mating success // *Anim. Behav.* 2009. V.78. P.809—817.
22. *Нукитин Е.Н.* Объяснение — функция науки. М., 1970.
23. *Kelley L.A., Endler J.A.* Illusions promote mating success in Great Bowerbirds // *Science.* 2012. V.335. №6066. P.335—338.

Затерянный Мадагаскар

В.М.Гнездилов,
кандидат биологических наук
Зоологический институт РАН
Санкт-Петербург





Река горного массива Макай.
Здесь и далее
(за исключением указанного случая)
фото автора

Не будет преувеличением предположить, что каждый натуралист мечтает побывать на о.Мадагаскар (впрочем, как и в Австралии или на о.Новая Гвинея). Мой личный путь к этому острову начался еще в детстве, когда я прочел об одном из его удивительных эндемиков — руконожке ай-ай (*Daubentonia madagascariensis*).

Много позже, уже в 2006 г., я столкнулся с фауной Мадагаскара, когда мне как профессиональному энтомологу предложили обработать материалы по фулгоридным цикадовым (отряд Hemiptera, надсемейство Fulgoroidea), хранящиеся в Калифорнийской академии наук (США). Эта работа завершилась опубликованием ряда статей с описанием новых родов и видов из нескольких семейств, например калисцелид (*Caliscelidae*) [1]. Эти цикадовые особенно примечательны своими короткокрылыми представителями, некоторые отличаются еще и своеобразными выростами на голове, как у эндемичного мадагаскарского вида *Afronaso grypbus*. А в январе 2011 г. меня пригласили принять участие в масштабной биологической экспедиции в юго-западную часть острова под руководством Э.Венденбаума (E.Wendenbaum) из Гренобля. Это мероприятие было организовано ассоциацией «Naturevolution»* для изучения биологического разнообразия горного массива Макай в провинции Тулиара — самом сухом регионе Мадагаскара.

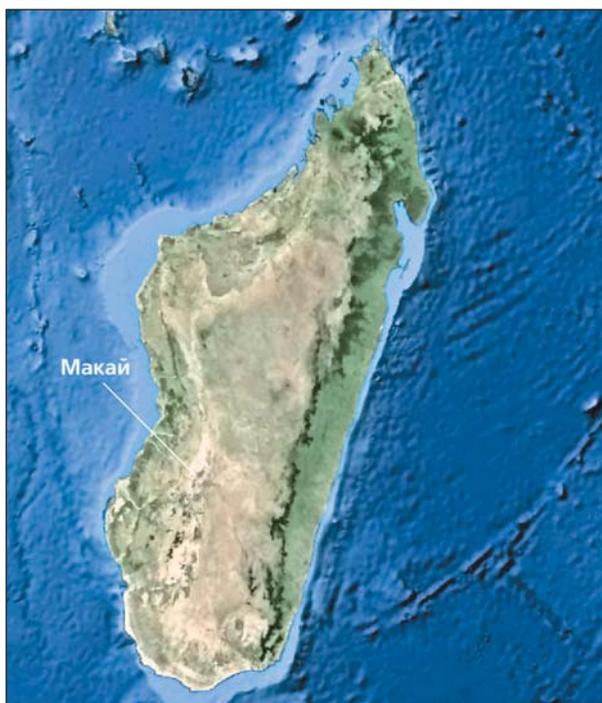
Впервые Венденбаум посетил Макай в 2004 г., и с тех пор его не оставляло желание тщательно изучить эту местность. После нескольких пробных экспедиций он вместе с Э.Муро (E.Mourot) в 2009 г. создал экологическую организацию «Naturevolution», цель которой — содействие охране природы и поддержанию биоразнообразия. В международный научный совет вошли девять экспертов по различным отраслям знаний о природе: экологии, палеонтологии, ботанике, малакологии, паразитологии и энтомологии. Основным направлением деятельности организации стало всестороннее изучение массива Макай, для того чтобы обосновать необходимость сохранения этой территории, прекращения вырубki лесов, экологического воспитания местного населения и развития экотуризма.

Мадагаскар — четвертый по величине остров мира после Гренландии, Новой Гвинеи и Калимантана. Осколок суперконтинента Гондвана, Мадагаскар уже около 90 млн лет существует в относительной изоляции, что обусловило развитие своеобразной местной фауны и флоры. Этот остров принадлежит к числу «горячих точек» биологического разнообразия Земли (всего их 25), характеризующихся высокой долей эндемичных

* Подробнее см.: <http://www.naturevolution.org/ou-agissons-nous/afrique/le-makay/>



Горный массив Макай.



Массив Макай на карте Мадагаскара.

видов [2]. В фауне Мадагаскара их около 90%, а среди наземных моллюсков — 97%! Провинция Тулиара, например, знаменита еще и своей специфической флорой с массой эндемиков, даже на уровне семейства. Так, только здесь встречается семейство дидиереевых (*Didieraceae*) — очень своеобразных растений, формирующих так называемые колючие леса. И шесть из восьми видов баобаба (род *Adansonia*) обитают только на Мадагаскаре.

На остров я прилетел вместе со своими коллегами, тоже специалистами по полужесткокрылым насекомым (отряд *Hemiptera*), — энтомологами А.Сулье (A.Soulie) и Д.Увраром (D.Ouvrard). В задачи отряда, к которому мы присоединились, входил сбор зоологических и ботанических коллекций и их последующая обработка, для того чтобы всесторонне изучить природу массива Макай. Это регион речных каньонов площадью 150×50 км, сформировавшийся в результате длительной эрозии кристаллических горных пород, с остатками первичного леса среди плато, покрытых саванноподобной растительностью. Среди нас были специалисты по позвоночным (рыбам, рептилиям, амфибиям, млекопитающим), насекомым (прямокрылым, цикадовым, псиллидам, кокцидам), папо-

ротникам и высшим растениям. В ходе экспедиции прямо на моих глазах собирали неизученных рептилий и цветковые растения, до сих пор неизвестные науке! Например, мелкие хамелеоны (длиной не более нескольких сантиметров), в частности рода *Brookesia*, ведут очень скрытный образ жизни — в листовом опаде. Поэтому не все виды до сих пор выявлены, а если принять во внимание, какими темпами на Мадагаскаре сводятся леса, то многие хамелеоны так и исчезнут неописанными... К сожалению, масштабная деградация лесов на острове постоянно напоминала о себе — взгляд просто упирался в голые холмы. По словам моих коллег, путешествующих по Мадагаскару не первый год, во многих деревьях до сих пор уникальные леса переводят на дрова.

После двухдневных сборов и улаживания формальностей в столице, Антананариву, мы вы-



Баобабы.



Автокараван экспедиции на пути к Ранохире.



Крупный хамелеон *Furcifer pardalis* в кроне дерева.

двинулись на юго-запад острова. Собственно полевой сезон с учетом передвижений из одного пункта в другой был растянут на три недели, в течение которых мы сменили четыре лагеря в различных точках массива Макай. Перемещались мы на джипах, в лодках и пешком с рюкзаками. Каждая стоянка длилась от двух до пяти дней — разбивался палаточный лагерь, оборудовалась кухня.

Свою первую полевую экскурсию я совершил по пути на Макай, утром в окрестностях Ранохирь. Один из местных жителей показал мне крупную особь пантерного хамелеона (*Furcifer pardalis*) в кроне дерева. А в это время мои коллеги Увар и Сулье объясняли местным детям назначение



Игуана *Chalarodon madagascariensis* на песчаном пляже.

энтомологических сачков и экстауэтеров. Сбор насекомых осуществлялся как днем, так и ночью. Для лова в темноте мы устанавливали белый матерчатый экран и мощный источник света. Насекомые, привлекаемые им, садились на сам экран или на деревья около него.

Ожидая своей очереди во время переправы через р.Мангоки, крупнейшую водную артерию этого региона, я собирал насекомых на пляже. На местном тростнике хорошо ловились свинухи — цикадовые семейства дельфацид (*Delphacidae*), а по песку сновали игуаны эндемичного мадагаскарского вида *Chalarodon madagascariensis*. В тот день мы ночевали в деревушке Беророка, расположившись на местном стадионе и в здании сельской школы. Я расстелил спальный мешок на столе, чтобы избежать нечаянного «общения» с крупными многоножками и скорпионами, которые легко заползают на свежем воздухе в спальные мешки с открытым верхом.

Самые яркие впечатления от поездки оставили, конечно, встречи с животными в природе. Одна из уникальных особенностей фауны Мадагаскара — отсутствие ядовитых змей. Здесь встречаются виды только двух семейств — ложноногих (*Boidae*) и ужеобразных (*Colubridae*), так что можно без боязни хватать любую особь. Большое впечатление на меня произвела поимка в лесу во время нашей совместной экскурсии с герпетологом П.-О.Кошаром (P.-O.Cochard) крупного (не менее полутора метров длиной) ужа *Leiobeterodon madagascariensis*, который позволил взять себя на руки и фотографироваться с ним. После необходимых замеров его, конечно, отпустили восвояси.

Встреча с тенреками (семейство *Tenrecidae*) — особое удовольствие. Некоторые представители этого семейства насекомоядных внешне очень похожи на ежей, однако это разные отряды плацентарных млекопитающих.

Мы почти не видели обязательного «атрибута» Мадагаскара — лемуру, за исключением мышиных (род *Microcebus*). Наш специалист по этим приматам М.Марклоф (M.Marklof) был разочарован, ведь он старательно расставлял на каждой стоянке ночные ловушки. Также практически не было скорпионов, хотя на острове обитает много видов. Впрочем, их отсутствие вполне можно объяснить долго стоявшей сухой погодой. Когда наконец пошел ливень, вода в реке поднялась на целый метр. Запомнилось начало этого дождя. Как и положено, после раскатов грома появился отдаленный шум, который постепенно нара-



Переправа на пароме через р.Мангоки.

стал, приближаясь. Создалось впечатление, что дождевой фронт движется на меня в виде вертикальной стены падающей воды.

С.Угель (S.Hugel), специалист по прямокрылым (отряд Orthoptera), несколько раз приносил мне со своих ночных вылазок удивительного представителя цикадовых из семейства фонариц (Fulgoridae) — *Lyncides coquerelii*. Позже мне и самому удалось обнаружить этот вид во время дневных прогулок, но Угелю он попадался значительно чаще на листовом опаде и на коре деревь-

ев ночью. По-видимому, эта фонарица активна именно в темное время суток. Этот факт особенно важен, поскольку сведений об образе жизни тропических фулгорид в литературе практически нет.

Лагерь на р.Мангоки мы разбили в лесу, где доминировали деревья *Cordia туха* из семейства Boraginaceae. Почва была покрыта толстым слоем опавших листьев и плодов этого растения. Уже в день прибытия в сумерках, во время установки палаток, все обратили внимание на большое чис-



Мирнолюбивый уж *Leioheterodon madagascariensis*.



Тенрек *Echinops telfairi*.



Фонарница *Lycides coquerelii* на коре дерева.
Фото С.Угеля

ло крупных жуков *Rhagiosoma madagascariense*, напоминавших усачей. Днем они тоже изредка встречались, иногда на растениях подлеска, зато с наступлением сумерек и ночью они появлялись в огромном количестве и активно передвигались, вероятно, привлекаемые светом. Часто отдельные особи забирались на людей, карабкаясь по ногам и одежде, заползали в тарелки с едой за ужином. Никто не мог предположить, что мы имеем дело с первой находкой этого вида на юго-западе острова. Позже я пожалел, что взял лишь несколько экземпляров для нашей коллекции. Массовое скопление этих жуков на ограниченном пространстве наверняка говорит о недавнем проникновении этого вида в данный регион.

К последнему лагерю около 4–5 ч мы шли прямо по реке. При этом несколько человек впереди отряда колотили палками по воде, чтобы избежать нежелательной встречи с крокодилами, обитающими в этом районе. Здесь я впервые сам собрал особей одного вида цикадовых из семейства



Крупный жук из семейства листоедов (Chrysomelidae) — *Rhagiosoma madagascariense*.

Ricaniidae — *Globularica diversicolorata*. Их местообитание — низкорослые деревца 1.5–2 м в высоту под пологом леса. Эти своеобразные насекомые, которых сейчас на Мадагаскаре описано уже несколько родов и видов, напоминают божьих коровок [3]. Вообще, фауна короткокрылых цикадовых острова весьма разнообразна. Кроме уже упомянутых риканид и калисцелид здесь живут представители семейства тропидурид (Tropiduchidae). Однако примечательно, что на Мадагаскаре отсутствуют представители семейства Issidae. Они распространены в Северной и Центральной Африке, но, за исключением двух завозных видов, не проникают в ЮАР, на Мадагаскар, на Сейшельские и Маскаренские о-ва [4]. Поэтому отсутствие исид в моих собственных сборах во время экспедиции еще раз подтвердило этот зоогеографический феномен.

Результаты этой экспедиции, как и всего проекта по изучению массива Макай, выражаются в многочисленных публикациях специалистов



Игуана *Oplurus grandidieri*.



Ктырь (*Microstylum* sp.) на закате.



Возвращение на каное по р.Мангоки.

с описаниями и анализом собранных материалов. Это преумножает наши знания об удивительной природе Мадагаскара.

В коллекции Зоологического института РАН в Санкт-Петербурге хранятся материалы Г.В.Олсуфьева — русского энтомолога, эмигранта, жившего и работавшего на Мадагаскаре в 1930-х годах. По его сборам профессор А.Ф.Емельянов описал в свое время несколько эндемичных видов цика-

довых из семейства ахилид (Achilidae) [5]. Теперь, по прошествии более 80 лет, эта коллекция пополнилась новыми мадагаскарскими экспонатами. Далеко не все из собранного мной в эту поездку будет обработано сразу. А многие виды будут ждать своих исследователей еще долгие годы, подпитывая интерес к первопроходству и естествоиспытательству уже других поколений энтомологов-систематиков. ■

Я искренне признателен Э.Венденбауму (Гренобль, Франция) и Т.Бургуэну (Париж, Франция) за возможность участия в проекте «Naturevolution», а также Б.А.Коротяеву и И.В.Доронину (Санкт-Петербург, Россия), Р.Разакамалала (Антананариву, Мадагаскар) и Д.М.Астахову (Волгоград, Россия) за помощь в определении растений и животных, упоминаемых в тексте.

Литература

1. Gnezdilov V.M., Bourgoïn T. First record of the family Caliscelidae (Hemiptera: Fulgoroidea) from Madagascar, with description of new taxa from the Afrotropical Region and biogeographical notes // *Zootaxa*. 2009. V.2020. P.1—36.
2. Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities // *Nature*. 2000. V.403. P.853—858. doi:10.1038/35002501
3. Stroïński A., Gnezdilov V.M., Bourgoïn T. Sub-brachypterous Ricaniidae (Hemiptera: Fulgoromorpha) of Madagascar with morphological notes for these taxa // *Zootaxa*. 2011. V.3145. P.1—70.
4. Гнездилов В.М. Современная классификация и особенности распространения семейства Issidae Spinola (Homoptera, Auchenorrhyncha: Fulgoroidea) // *Энтомологическое обозрение*. 2013. Т.92. С.724—738.
5. Емельянов А.Ф. К вопросу об объеме и подразделениях сем. Achilidae (Homoptera, Cicadina) // *Энтомологическое обозрение*. 1991. Т.70. С.373—392.

Туматский хищник: что показало вскрытие?

С.Е.Федоров,
С.Е.Григорьев,

кандидат биологических наук,

Д.К.Гармаева,

доктор медицинских наук,

И.К.Слепцов.

Северо-Восточный федеральный университет им.М.Каммосова (СВФУ)
Якутск

В мае 2015 г. специалисты Медицинского института СВФУ и Музея мамонта Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера СВФУ впервые провели на базе кафедры анатомии человека вскрытие единственной в мире полной тушки молодой особи плейстоценового хищника. Изъятые фрагменты тканей различных органов животного послужат материалом для гистологических исследований, которые проводятся в рамках международного проекта «Плейстоценовые и постгляциальные псовые из вечной мерзлоты Якутии». Наряду с учеными СВФУ в нем принимают участие специалисты Королевского бельгийского института естественных наук, Университета Альберты (Канада), Центра геогенетики Университета Копенгагена (Дания), Тюбингенского университета (Германия) и Университета Тохоку (Япония).

Тушку щенка обнаружили в 2011 г. в среднем течении р.Сылах Яно-Индибирской низменности (северо-восток Якутии) местные жители с.Тумат Усть-Янского района [1, 2]. В том же году полевой отряд Музея мамонта выехал на место находки. Животное (длина тела 54 см, хвоста — 15 см) оказалось замороженным в жильный лед головой наружу и находилось на расчищенном от дерна склоне площадью 16 м² рядом с разбитым черепом крупного мамонта и другими его костными останками. Некоторые из них имели явные следы воздействия огня. Супеси костеносного слоя были насыщены корнями, ветвями и стволами карликовой березы, ивы, отслоившейся берестой. Положение и сплюснутость тела свидетельствовали, что хищника придавил земляной оползень. Геологический возраст находки, определение которого прошло в феврале 2012 г. в Университете Гронинген (Нидерланды), составляет 12460 ± 50 лет.

Предварительный визуальный внешний осмотр и консультации с зоологами позволили сделать

предположение, что это молодая особь собаки (*Canis familiaris*). Косвенными аргументами в пользу такого вывода служили относительная близость известного Берелехского кладбища мамонтов и палеолитической стоянки Берелех в низовьях р.Индибирки, практически одинаковые по геологическому возрасту с датировкой обнаруженного ископаемого хищника, обожженные кости мамонта на месте находки, а также каменные и костяные орудия человека в районе бассейна р.Сылах, которые периодически находят местные жители.

В 2014 г. на основе данных сканирования и компьютерной томографии была создана 3D-модель особи. Затем в отделении лучевой диагностики Республиканской больницы №2 — Центра экстренной медицинской помощи Н.В.Лугинов и Л.А.Кларов исследовали тушку на рентгеновском компьютерном (Toshiba Aquilion 64) и магнитно-резонансном (Siemens Espree 1,5T) томографах. Внутренние органы дифференцировать не удалось. Но КТ-исследование показало наличие как осевого, так и периферического скелета. Осевой включал все кости мозгового и лицевого черепа с молочными зубами, при этом форма черепа приближалась к долихоцефалической. Передний край носовых костей не имел выступа, что характерно для домашних собак (*Canis familiaris*) и обыкновенных волков (*Canis lupus*). Лобные синусы небольших размеров указывали на принадлежность к домашним животным. Об уникальности находки свидетельствовал обнаруженный в полости черепа деформированный, сжатый при мумификации, головной мозг (по расчетам, его объем составлял около 74 мл) с хорошо визуализируемой обонятельной частью. В позвоночнике выделены семь шейных, 13 грудных, семь поясничных и три крестцовых позвонка, 17 обнаружены в области хвоста. Четко определялись 13 пар ребер в положении компрессии спереди назад.

У особи полностью сохранились грудные и тазовые конечности. Детальное исследование на



Общий вид плейстоценового хищника.

рентгеновском томографе суставного сочленения и эпифизов трубчатых костей показало: несмотря на значительные дегенеративные изменения хондральных элементов, менисков и дисков из-за отсутствия физиологической жидкости в полости суставов, деструкция в них отсутствует. Интересным стал факт выявления сформированных эпифизов и полного сращения линии роста трубчатых костей. При сопоставлении полученных данных с физиологией развития собак можно предположить, что данной особи примерно 5–6 месяцев.

Методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) в брюшной полости, в области проекции желудка тушки, специалисты обнаружили инкапсулированный конгломерат, в котором определялась еще одна инкапсулированная субстанция неправильной формы. На МРТ от нее исходил четкий гиперинтенсивный сигнал, который, как правило, фиксируется при наличии белковой субстанции или гемосидерина (темно-желтого пигмента, состоящего из оксида железа). Полученные данные направлены на дополнительные исследования.

При вскрытии мумифицированной тушки в мае 2015 г. уче-

ные заметили небольшое повреждение кожи в области передней стенки живота. Выбор оперативного доступа к внутренностям исходил из правила наименьшего повреждения внешних покровов и более широкого обзора полостей. Между внутренней поверхностью брюшной стенки и монолитом расположенных за ней органов ученые обнаружили большое количество земли. Неясно, как она могла попасть внутрь тела через небольшое



Зубная система плейстоценового хищника.



Руководитель проекта по плейстоценовым псовым С.Е. Федоров (Музей мамонта НИИПЭС СВФУ) и М.Жермонпре (Королевский бельгийский институт естественных наук, Брюссель) во время изучения тушки молодой особи плейстоценового хищника.

повреждение кожи. После тщательной очистки внутренних органов были дифференцированы диафрагма, печень, петли кишечника, а также набитый плотным содержимым больших размеров желудок, который заполнял левую половину

брюшной полости. В грудной полости с трудом удалось дифференцировать значительно мумифицированную ткань легких и сердца. Специалистов удивила хорошая сохранность забрюшинной клетчатки, имевшей темно-желтоватый цвет. Частичное вскрытие полости желудка преподнесло участникам очередной сюрприз: из туго набитого органа буквально выпали два фрагмента древесных макроостатков — веточки размером около 1.5 см. Остается только догадываться, как они попали туда. Полное вскрытие и анализ содержимого требуют дальнейшего тщательного изучения по специальной программе.

Для гистологических исследований были изъяты фрагменты тканей диафрагмы, стенки желудка, кишечника, ткань печени, легких, сердца, жировая ткань, абдоминальная часть пищевода, проксимальный участок бедренной кости, кожа с предней стенки живота и груди. Их зафиксировали по стандартной методике и в мае 2015 г. вывезли в лабораторию клеточной биологии и гистологии Университета Тохоку. В совместном с японскими коллегами комплексном исследовании, предполагающем использование самых современных методов (световой микроскопии с количественной и качественной морфометрией тканей, электронной просвечивающей, конфокальной лазерной сканирующей и интерференционной микроскопии, а также спектрального рентгеновского, иммуногистохимического, химического и люминесцентного анализа тканей) участвовала профессор Медицинского института СВФУ Д.К.Гармаева.

При изучении зубной системы особи для определения индивидуального возраста на верхней и нижней челюсти выявлены по шесть резцов, два клыка и шесть моляров (всего 28 зубов). Над молочными в альвеолярных отростках верхней и нижней челюстей четко определялись ряды постоянных зубов. Эти признаки характерны для щенков от трех до пяти месяцев. Специалисты пока не пришли к единому мнению: то ли это щенок плейстоценовой собаки, то ли волчонок. Слишком юный возраст особи, отсутствие аналогов в мире существенно затрудняют исследования. ■

Литература

1. *Fedorov S., Garmaeva D., Luginov N. et al.* Tomographic study and 3D-reconstruction of the mummified Pleistocene dog from North-Eastern Siberia // Abstract book of the VIth International Conference on Mammoths and their Relatives. 2014. V.102. P.53.
2. *Germonpré M., Fedorov S., Sablin M. et al.* Paleolithic Dogs in Europe and Siberia // Abstracts of the SAA 80th Annual Meeting, San Francisco, 2015.

Обыкновенная гага, ее святой покровитель и трансформации информации

*Прежде всего нужны факты,
а уж потом их можно перевернуть.*

Марк Твен

Н.А.Горяшко

*Кандалакшский государственный природный заповедник
г.Кандалакша (Мурманская область)*

Рождение темы

«Наиболее раннее письменное упоминание обыкновенной гаги содержится в записях, оставленных монахом и епископом Кутбертом Линдисфарнским, жившем в VII в. в Нортумбрии (ныне территория Англии). Согласно источнику, этот священнослужитель в 676 г. уединился в пещере на одном из островов Фарн, где занялся содержанием этих уток и использовал их пух для своих нужд. Кутберт написал правила, регулирующие охрану гнездовой гаг и других морских птиц, — эти правила считаются первым в мире известным законодательным актом об охране природы» (Википедия. Статья «Обыкновенная гага»).

Впервые прочитав эту статью я, мягко говоря, изумилась. Уже 35 лет моя жизнь связана с Кандалакшским заповедником, созданным для охраны именно гаги, уже 15 с лишним лет я занимаюсь историей заповедника и охраны гаги, однако ни разу не слышала, что гага была первой в мире охраняемой птицей.

Смирив первый порыв немедленно подготовить эффективную публикацию, я решила сначала все-таки проверить источники. Такое сильное утверждение, как «первый в мире известный законодательный акт об охране природы был написан святым и посвящен гаге» требовало документальных подтверждений. В современном мире первый (а часто и последний) источник информации — Интернет. И по первому кругу поисков в Интернете эффективный факт подтверждался. Аналогичное утверждение содержалось в английской и немецкой Википедии, все статьи ссылались на солидные источники. Еще несколько англоязычных сайтов, в том числе сайт BBC, не только подтверждали историю о нежных отношениях святого с гагами, но и добавляли к ней трогательных подробностей.

© Горяшко Н.А., 2015

Тем не менее, будучи занудой, я полезла проверять и те солидные источники, ссылки на которые давали Википедии разных стран. Их проверка завела меня в такие церковно-исторические дебри, к углублению в которые я оказалась совершенно не готова. Попытка самостоятельно разобраться в отношениях гаги и святого, скорее всего, закончилась бы полным провалом, если бы несколько очень знающих и занятых людей не помогли мне в затеянном расследовании. Прежде чем рассказать о ходе и результатах этого расследования, я хочу поблагодарить тех, кто помогал мне в работе и в значительной степени может считаться ее соавтором. В установлении истины принимали участие:

Дмитрий Лапа — религиовед, автор и переводчик статей об истории христианства и святых Англии — ориентировал мой поиск литературных источников, связанных с жизнью святого Кутберта, и консультировал по истории английского христианства.

Петр Сахаров — кандидат филологических наук, переводчик доктринальных и богослужебных текстов Римско-католической церкви на русский язык, преподаватель литургики в Институте философии, теологии и истории святого Фомы — помогал переводить латинские тексты и консультировал по церковной истории и литературе.

Игумен Силуан (Вадим Анатольевич Николаев) — благочинный Кандалакшского округа, заведующий информационно-издательским отделом Мурманской и Мончегорской епархии Русской православной церкви — консультировал по церковной истории и традиции, помогал в установлении контактов с храмами святого Кутберта в Англии и США.

Павел Войтинский — переводчик и преподаватель английского языка — помогал в поисках и переводах англоязычных источников.

А теперь к сути вопроса.



Самец и самка гаги обыкновенной.

Фото В.Г.Покотилова



Гнездо гаги.

Фото автора



Гага на гнезде.

Фото М.Н.Кожина

Главные герои

Обыкновенная гага (*Somateria mollissima*) — претендент на звание первой в мире законодательно охраняемой птицы.

Одна из многих морских уток, которой вряд ли бы когда-нибудь заинтересовался кто-то, кроме специалистов-орнитологов, если бы не уникальные свойства гагачьего пуха. Правда, самцы гаги имеют довольно эффектную наружность, благодаря которой люди все-таки обращают на них внимание и не будучи специалистами. А самочки совсем скромные — утка и утка, ничем не выдающаяся.

Из-за особого строения пушинок гагачий пух считается одним из лучших в мире естественных утеплителей и высоко ценится на рынке. Понятно, что гагачий пух природа создала не для человеческих перин, а исключительно для нужд самой птицы. Пух, обладающий знаменитыми теплоизоляционными свойствами, не является повседневной одеждой любой встречной гаги. Он появляется только у самок, в период размножения, и именно из этого пуха гага делает гнездо. Самка выщипывает его у себя из груди и брюшка, достигая при этом двойного эффекта. Из выщипанного пуха создает мягкое и теплое гнездо, а на груди у самки образуется так называемое наседное пятно, которым она согревает отложенные яйца.

Только на время гнездования, примерно на один месяц в году, гага выбирается на берег. Всю остальную жизнь она проводит в море, питаясь донными беспозвоночными, мелкой рыбой и морскими растениями. Будучи чисто морской птицей, гага имеет множество приспособлений для жизни в водной стихии, а вот на суше чувствует себя гораздо менее уверенно, ибо почти не имеет средств защиты от наземных хищников. Этим и объясняются особенности ее поведения в гнездовой период.

Отложив яйца, самка начинает насиживание, которое продолжается 28 дней. Все это время гага практически не покидает гнездо и почти не питается, к моменту вылупления птенцов самка теряет до 40% веса. С человеческой точки зрения такое поведение можно было бы назвать материнским самопожертвованием, но возвышенные чувства тут ни при чем, работают эволюционные механизмы. Прикрытие гнезда собственным телом, имеющим маскировочную окраску, — единственная защита, которую гага может обеспечить своему потомству на суше. И тот факт, что самка не улетает с гнезда при приближении человека, также объясняется не особым доверием к человеку, а стремлением остаться незамеченной.

Чем ближе подходит время к вылуплению птенцов, тем сильнее удерживает самку на гнезде инстинкт. Если в начале насиживания гагу достаточно легко спугнуть с гнезда, то позже к ней можно подойти совсем близко, иногда даже дотронуться до нее, она взлетит лишь в самый последний момент. «Плотность» насиживания, как называют это



Схема архипелага Фарн.

явление биологи, зависит и от индивидуального опыта каждой птицы. Молодые неопытные самки легче покидают гнездо, чем старые. В местах, где птиц часто тревожат, они взлетают с гнезда при первых признаках появления человека, а там, где люди появляются редко и ведут себя тихо и аккуратно, птицы подпускают их совсем близко.

Знание этих тонкостей гагачьего поведения будет важно для понимания дальнейшего. Как и понимание того, что гага может терпеть соседство человека, но по своей воле к нему не стремится. Для гнездования она старается выбирать небольшие острова, на которых не бывает крупных хищников. Найдя такое безопасное место, гнездятся гаги обычно кучно. На одном маленьком морском островке может находиться сразу 50—100 гнезд, расположенных в полуметре друг от друга. Одно из таких удобных для гаги мест — о-ва Фарн.

Архипелаг Фарн — наш второй главный герой и претендент на место издания первого в мире закона об охране гаги и даже природы в целом. Группа небольших островов в нескольких километрах от побережья графства Нортумберленд (Северная Англия). Скалистые острова с обрывистыми берегами, достаточно удаленные от человеческого жилья и лишённые наземных хищников, — как раз то, что нужно для спокойного гнездования. Расположенные между островами мелководья или полностью обнажающиеся во время отлива дно — идеальное место для питания птиц. Неудивительно, что здесь массово гнездятся морские птицы: кайры, тупики, бакланы, моевки, всего около 20 видов. Гнездится здесь и наша героиня — гага.



Птичьи базары на островах.

Сейчас человеческого жилья на островах Фарн нет. Часть из них полностью закрыта для посещения, на некоторые привозят туристов для наблюдений за птицами. Ученые периодически проводят здесь учеты численности и кольцевание птиц. А вот 13 столетий назад, в VII в., на одном из островов Фарн поселился человек — наш третий главный герой, святой Кутберт Линдисфарнский.

Святой Кутберт — один из наиболее почитаемых в Англии святых и, повторим, претендент на авторство первого в мире закона об охране гаги. Он родился, предположительно, в Нортумбрии около 634 г. и умер в 687 г. на о. Иннер (Внутренний) Фарн. Жизнь его описана весьма подробно, остановимся лишь на той ее части, что касается нашей темы.

«Кутберт провел в монастыре Линдисфарна несколько лет, но вот наступило для него радостное время: с разрешения игумена и братии он стал вести уединенную жизнь отшельника, которой так долго жаждал и о которой молился... Первое время Кутберт отшельничал в скрытом месте неподалеку от монастыря. Когда же уверился, что ему по силам в одиночестве молитвой и постом одерживать победы над нашим врагом, то избрал поле брани более удаленное от людей — остров Фарн. Это островок в море, находящийся дальше от берега Нортумбрии, чем Линдисфарн, который становится собственным островом лишь дважды в день — когда его от Британии отрезает водами, вызванными приливом (греки называют их *реџца*), а когда потоки воды уходят, он вновь соединяется с ней; Фарн же, лежащий в нескольких милях на юго-восток от Линдис-



Фрагмент фрески с изображением святого Кутберта в церкви в г. Кесвик.

фарна, со всех сторон окружен глубоким безбрежным океаном. Место это часто посещалось злыми духами. Кутберт был первым человеком, который не побоялся жить здесь один...»*. Так говорит Беда Достопочтенный, автор обширного повествования «Житие и чудеса святителя Кутберта, епископа Линдисфарнского», написанного в 721 г., через 34 года после смерти Кутберта [1, 2].

Надо полагать, что такая близость во времени отчасти является гарантом точности изложенных сведений. Еще живы современники Кутберта, непосредственные свидетели его жизни. Кроме того, Беда Достопочтенный использует в своем тексте материалы еще более раннего, анонимного жития Кутберта [3] и уверяет: «В своем исследовании жизни и дел святого Кутберта я ничего не писал без тщательной проверки из самых надежных источников. Надежные свидетели жизни святого отца Кутберта переписывали сведения о жизни святого, передавали их из рук в руки, рассказывали мне, и я все записывал... Когда моя работа подходила к концу... я часто отдавал ее на тщательную проверку преподобнейшему брату нашему священнику Херефриду и другим рабам Божиим, кто хорошо знал жизнь этого Божиего человека и говорил с ним. Мною было допущено несколько ошибок в житии — по их совету они были аккуратно исправлены. Итак, каждая малейшая неточность была удалена. Я заботился, чтобы писать только все то, в истинности чего был уверен» [1, 2].

Почему я привожу здесь аргументы в пользу добросовестности автора жития? А потому, что ни в первом, анонимном житии, написанном через 13 лет после смерти Кутберта, ни в житии столь ответственного Беды Достопочтенного не содержится ни единого слова об отношениях Кутберта с гагами. Даже слова «утка», и того нет в этих документах.

Откуда взялась гага?

Но откуда же в таком случае появились сведения в Википедии? И как же все те солидные источники, на которые она ссылается? Давайте посмотрим, каковы эти источники и что именно они сообщают.

1828 год. Джеймс Рейн. «Святой Кутберт, с описанием состояния, в котором были найдены его останки при открытии его гробницы в кафедральном соборе Дурхама в 1827 году».

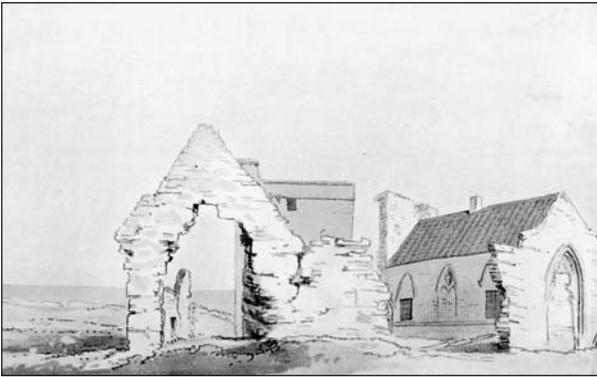
«Из морских птиц, гнездящихся или часто появляющихся на островах Фарн, утка гага, по причине ее связи со святым Кутбертом, заслуживает особого упоминания. ... Согласно Регинальду, когда Кутберт один поселился на Фарне, эти птицы находились в их естественном диком состоянии,

но святой скоро преуспел в их одомашнивании и делании их полезными для своих нужд, и неоднократно творил для них чудеса. Их называли утками святого Кутберта во времена Регинальда... В протяжении сезона размножения кротость этих мирных и безвредных птиц заслуживает внимания — более того, похоже, что они хранят некоторую память о Кутберте и его защищающей руке; летом 1818 года я буквально видел одну из них высиживающей яйца в каменном укрытии, прикрытом крапивой, среди развалин его дома» [4].

1849 год. С.Эйр. «История Санкт-Кутберта». «Морские птицы, живущие и размножающиеся на островах Фарне, вызвали интерес и симпатии святого Кутберта. Утки гага были его особыми любимцами, и еще в дни Регинальда их называли «утками святого Кутберта». Они появлялись на его острове регулярно в определенные времена года большими стаями для откладывания яиц, и его дробота научила их, сидящих на яйцах, не улетать при его приближении и не бояться его прикосновения. Регинальд пишет: «Птицы эти особо именуются [птицами] блаженного Кутберта... Ведь блаженный Кутберт, когда еще был жив, дал этим птицам в лице их предков прочный мир и покой, никому не позволяя их трогать, губить или убивать или по злему побуждению причинять им вред. Ибо то, что он дал некогда предкам птиц, то и от их рода порождаемым птенцам и потомкам обеспечил, сохраняя в мирной славе и милосердном охранении на вечные времена... Ведь во время своей жизни, когда он пребывал отшельником наедине с собою в скальной расселине, он вышеупомянутых водоплавающих птиц так приручил, что их род он посвятил на послушание служения, и местом их гнездования назначил им Остров [Фарн] и обозначил им наперед точные сроки прибытия и возвращения. Потому постоянно в установленные времена они прибывают и, будучи обуеваемы любой нуждой или подвергаясь бедствию, на нем находят убежище и прибегают к испытанной защите блаженного Кутберта» [5].

1904 год. Эдвард Конситт. «Кутберт, Святой, Епископ Линдсфарнский». «Тогда были, как и сейчас, большие количества морской птицы, которые останавливались на острове для размножения. Среди них гаги заслуживают особого внимания из-за их близкой связи со святым. На протяжении столетий они известны под именем уток святого Кутберта. Он одарял их особыми знаками добра и любви. Часто они были его единственными компаньонами на протяжении долгих часов его одиноких ночей, собираясь вокруг него, когда он нес вахту и молился на скалах, окружающих его дом. Они слушались каждого его слова и стали столь ручными и близкими ему, что позволяли ему в любое время приближаться к ним без страха и ласкать их своей рукой. Эти прекрасные птицы не размножаются нигде, кроме Фарнских островов, и до сих пор знамениты своей мягкостью и податливостью.

* Здесь и далее цит. по: Беда Достопочтенный. Житие и чудеса святителя Кутберта, епископа Линдисфарнского / Пер. с англ. на русс. Дм.Лапа. 2012. <http://www.pravoslavie.ru/put/52622.htm>



Остатки обители святого Кутберта на о.Иннер Фарн.

Их пух назывался «пухом Кутберта»... Он дал им полную свободу прилетать и улетать, и сооружать гнезда, и выращивать детенышей, ограничивая их, для своих нужд, определенными местами на острове. Они прилетали к нему при опасности, и никто не смел вредить им, пока они были под его защитой. Пока святой был жив, они обитали в пределах видимости от его кельи в мире и безопасности и любовном доверии» [6].

Прекрасные и очень убедительные картины, будто авторы видели все это своими глазами. Однако обратим внимание на даты. Авторы XIX—XX вв. никак не могли видеть своими глазами жизнь Кутберта, скончавшегося в VII в. Они ее и не видели. Все приведенные описания отсылают нас к некоему Регинальду. Полностью этот источник именуется так:

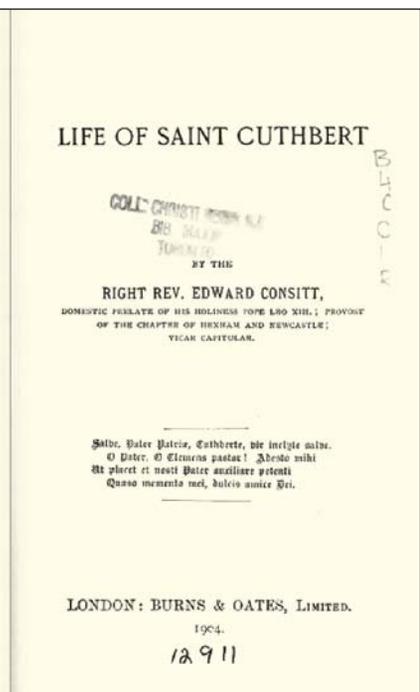
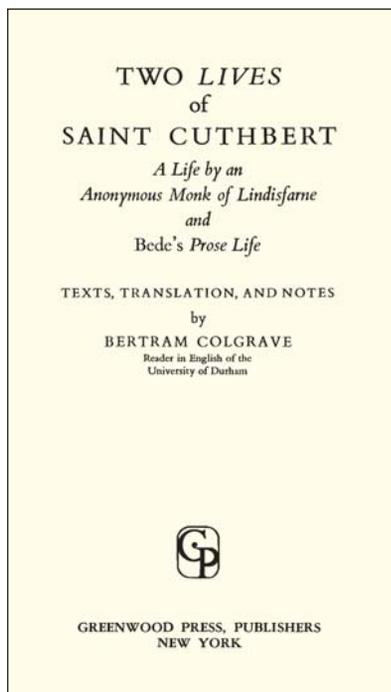
«Регинальда, монаха Даремского, Книжица о дивных добродетелях блаженного Кутберта» [7]. Сохранилось издание этой книги 1835 г., но написана она была существенно раньше. Регинальд, монах Даремский, жил в XII в. (умер ок. 1190 г.). Именно в его текстах впервые появляются трогательные описания отношений Кутберта с гагами. Все последующие авторы только цитируют — сначала Регинальда, а потом уж и друг друга.

Тут можно было бы остановиться, первоисточник установлен. Однако не странно ли, что первые «данные» о неких особых отношениях святого и гаг появились спустя 500 лет после смерти самого святого? Можно ли доверять этим данным, взятым из «Книжицы о дивных добродетелях блаженного Кутберта», т.е., по сути, из жития святого?

Биография и житие

Житие представляет собой совершенно иной литературный жанр, чем Curriculum vitae, хотя людям науки, непривычным к специфике житийной литературы, не сразу удастся изменить привычное отношение к тексту. Жанр житийной литературы не предполагает непременно следования историческим фактам. Само слово *legenda* (а оно применялось первоначально именно к житиям) означает «заслуживающая прочтения»: это поучительное благочестивое чтение.

«Житие как жанр христианской письменности обладает ярко выраженной спецификой: цель



Титульные листы книг «Две жизни святого Кутберта» сочинения анонимного монаха Линдисфарнского и Беды Достопочтенного, VII в. [4], и «Жизнь святого Кутберта» Эдварда Конситта, 1904 г. [7].

агиографа не воссоздание исторически достоверной биографии, а выявление сути и вневременного содержания подвига святого», — поясняет Православная энциклопедия. «Извлечение исторической информации из агиографических источников любого рода часто требует очень сложного анализа, так как целью авторов этих текстов была не передача сведений сама по себе, а создание определенного образа, который запечатлелся бы в сознании верующего читателя или слушателя как достойный почитания и подражания» (курсив мой. — Н.Г.) [8].

Но и в рамках специфики жанра способы и допустимые пределы отхода от реальности в житиях изменялись в разные времена. С.В.Троицкий писал: «Начало новому фантастическому направлению в житийной литературе на Западе было положено монахом Вольфгардом Герридским (X в.), а продолжателями его были Иаков Борагин и Петр Наталибус (1382). Труды этих авторов переполнены рассказами о самых фантастических чудесах, ссылками на сочиненные документы, упоминаниями о выдуманных лицах и т.п.» [9].

Таким образом, наш единственный источник сведений об отношениях Кутберта с гагами — «Книжица о дивных добродетелях блаженного Кутберта» Регинальда Даремского (XII в.) — не только относится к жанру житийной литературы, воспринимать который как источник научной информации следует с величайшей осторожностью, но еще и приходится на период особого расцвета фантастического элемента в этой литературе.

Теперь, узнав все, что мы узнали, с уверенностью можно сказать только одно: установить наверняка, оказывал ли Кутберт какое-то специальное покровительство гагам, невозможно. Да, был в VII в. такой человек — Кутберт, святой Кутберт Линдисфарнский. Да, он прожил восемь лет на острове Внутренний Фарн, где располагаются большие птичьи колонии, в том числе и гнездовья гаги. Скорее всего, были там гаги и во времена Кутберта. Но на этом факты заканчиваются.

Придумал ли всю трогательную историю о гаге монах Регинальд спустя пять столетий после смерти Кутберта? Или он использовал какие-то местные устные предания, которыми пренебрегли первые биографы Кутберта? Этого нам уже не узнать. Однако мы можем попробовать реконструировать забавный ход истории о том, как рождается легенда и как на протяжении веков она трансформируется в научный факт.

Информационный трансформер

Итак, жития, написанные в первые десятилетия после смерти Кутберта, ничего о гаге не сообщают. Потом наступает весьма длительный период, когда делается вовсе не до написания житий — примерно через столетие после смерти Кутберта, в 793 г. на Линдисфарн (где располагался монастырь, альма матер Кутберта и его последователей) начались набеги викингов, из-за которых в 875 г. монахам пришлось бросить Линдисфарнский монастырь. Они перебрались в Дарем, туда же были перевезены мощи Кутберта и других святых. После этого существование Линдисфарнской обители на прежнем месте возобновилось только через 200 лет, в 1082 г.

С этого времени, с конца XI в. — начала XII в., жизнь монастыря вновь налаживается, возрождаются и традиции отшельничества, причем новые отшельники, идя по стопам Кутберта, удаляются все на тот же остров Иннер Фарн, на котором он когда-то провел восемь лет. «Кафедральное приорство Дурхама начало интересоваться старым местом отшельничества святого в процессе развития культа святого Кутберта в самом Дурхаме. <...> Регинальд Дурхамский включил в книгу чудес времен Кутберта, написанную в 1160-х и 1170-х, девятнадцать чудес с о.Фарн. После этого Джеффри Дурхамский написал работу, фокусирующуюся на о.Фарн. Около 1200 г. анонимный автор создал небольшой свод чудес о.Фарн» [10].

Как видим, по прошествии 500 лет после смерти Кутберта его образ, традиции и место отшельничества входят в моду, более того, развивается культ святого Кутберта. А культовым фигурам каких толь-



Развалины Линдисфарнской обители.

Фото иерея Дж.Мастера

ко заслуг ни приписывают. Вполне правдоподобной представляется в этом контексте остроумная версия рождения легенды, предложенная П.Сахаровым:

«Каждый год прилетают гаги, на которых по привычке никто не обращает внимания. Некоторые откладывают яйца прямо у алтаря.

Какой-то старый инок, с умылкой:

— Не иначе сам Преподобный их приручил. Тянутся они к нему.

Далее разговор между иноками помладше:

— Слышал, что старец-то говорит? А ты думал просто так они к алтарю...

И пошло обрастать...»

Вряд ли можно считать случайным, что именно в это время появился и установленный нами первоисточник сведений о нежной взаимной любви гаг и Кутберта — «Книжица о дивных добродетелях блаженного Кутберта» Регинальда Даремского.

Вспомним также, что о.Иннер Фарн, традиционное место отшельничества монахов Линдисфарнской обители, представлял собой и идеальное, с точки зрения гаг, место для гнездования. Люди здесь появлялись только в виде очередных отшельников — редкие, малочисленные и тихие, как источник опасности они гагами не воспринимались. К тому же у гаг есть такая биологическая особенность, как гнездовой консерватизм. Каждый год они стремятся устроить гнездо в том же месте, что и в прошлом, особенно если предыдущее гнездование было успешным. Надо полагать, что на о.Иннер Фарн гнездование гаг проходило успешно на протяжении столетий, так что там сложилась устойчивая гнездовая группировка, безбедно сосуществовавшая с монахами.

Таким образом, традиционное соседство гаг с монахами, помноженное на культ святого Кутберта, способствовало рождению легенды, которая, в свою очередь, привлекла большее внимание к гагам, терпимое отношение которых к человеческому присутствию трактовалось как подтверждение легенды. Воспроизводящие ее солидные источники XIX в., которые были процитированы выше, подтверждают: к этому времени легенда столь прочно вошла в литературу, что сомнениям уже не подвергалась. Святой Кутберт и гага оказались связаны накрепко не только многочисленными пересказами истории их отношений, но и самим названием гаги — Cuddy's Duck, утка святого Кутберта. Под этим именем она фигурирует во множестве источников; пишут, что именно так назы-



Остров Иннер Фарн.

вают ее до сих пор местные жители (хотя когда именно приобрела гага столь почтенное имя, остается непонятным).

Полностью сформированная и веками повторяемая легенда о покровительстве святого Кутберта гагам с легкостью воспринимается как факт еще и потому, что она гармонично вписывается в образ святого, любящего дикую природу, примеры чему действительно есть в ранних, наиболее достоверных житиях Кутберта, только фигурируют там другие животные.



На известной картине У.Б.Скотта у ног святого Кутберта изображен мирно сидящий самец гаги.

Но и на этапе окончательного превращения легенды в факт нигде не встречается утверждение, что «Кутберт издал закон об охране гаги». Юридической окраски история все еще не имеет.

Гага «в законе»

Вплоть до самого недавнего времени о святом Кутберте писали авторы, существующие внутри церковной традиции или как минимум хорошо с нею знакомые. И они очень хорошо знали: святы законов не издают.

Комментарий настоятеля Кандалакшского благочиния, игумена Силуана: «А вот с законодательством Кутберта, сдается мне, ничего не выйдет. Не в традиции монашества а-ля Сергей, Серафим, Кутберт etc. любое законотворчество. Действительно, вряд ли возможна подобного рода реакция преподобного на то, что не совсем в его компетенции. Пожалеть гагу — это да, а вот закон учреждать — это дело только заповедников. Социальное устройство, окружающий мир и т.д. входят в сферу интересов Церкви только как объекты познания, но не как объекты для манипуляций. Так было, есть сейчас и будет в будущем. Кутберт — не исключение».

Комментарий христианского публициста П.Сахарова: «Насчет правил — думаю, это позднейшее расширительное толкование... Интересно только, какого времени. Мне почему-то интуиция подсказывает, что оно не старше лет пятидесяти».

Установить точные даты появления утверждений о законодательной деятельности Кутберта сложно, так как все они исходят не из печатных источников, а из Интернета. Что само по себе подтверждает правоту П.Сахарова — не старше лет пятидесяти. А скорее, существенно моложе. Самая ранняя из обнаруженных современных записей, сообщающая об охранной деятельности святого Кутберта, датируется 2002 годом.

2002 г. Брет Вествуд «Утка Кадди» (BBC). «Гага, местное название которой «утка Кадди», считается первой в мире птицей, взятой под охрану, когда святой Кутберт предоставил гаге защиту на островах Фарн в седьмом веке»*.

Гага уже объявлена первой в мире охраняемой птицей, но в тексте пока еще используется только аккуратное «conservation, protection» — охрана, сохранение.

28 июня 2013 г. Салли Крампин «Чудеса и утки: кем был святой Кутберт?» (BBC). «Защита и мягкие поучения святого Кутберта птицам и морским существам исходят из кельтской традиции... Связь Кутберта с природой продолжается и сегодня через его ассоциацию с гагой, известной в Нортумберленде как утка Кадди»**.

* http://www.bbc.co.uk/radio4/science/livingworld_20020303.shtml

** <http://www.bbc.co.uk/religion/0/23096274>

Также используется не юридический термин, а лишь «protection» — защита. И вдруг, буквально через два дня...

30 июня 2013 г. «Святой Кутберт создал план охраны природы» (BBC). «Святой Кутберт ввел первые в мире законы по охране птиц для защиты гаги и других морских птиц, гнездящихся на островах»***.

В этом тексте неопределенного авторства появился вполне определенный юридический термин «законы» — «protection laws» — защитные законы, законы по охране. Вместе с утверждением, что это были первые в мире законы о защите птиц. Примечательно, что в этом же источнике утверждается, будто причиной появления этих законов была обнаруженная Кутбертом любовь местного населения к поеданию гаг и их яиц. Откуда взялись местные жители на необитаемом острове, остается непонятным...

Следующие два источника дат не имеют, но, скорее всего, опираются на информацию BBC. И эти уж распоясались окончательно. Оба эти источника столь далеки от науки, что ссылка на них может вызвать законное недоумение у серьезных читателей. Все же упомянуть несолидные источники придется. Как ни парадоксально, но похоже, что именно с их легкой и безответственной руки утверждение о законодательной природоохранной деятельности святого Кутберта окончательно обособилось в информационном пространстве и обросло конкретными деталями.

Сайт магазина, торгующего подушками, одеялами и одеждой из гагачьего пуха****, одаривает нас годом издания закона об охране гаг: «Гаги были объектом первых в мире законов по охране птиц, введенных святым Кутбертом в 676 году» (в 676 г. Кутберт поселился на Фарне, вероятно, этот год и приняли, не долго думая, за год издания закона).

Сайт сувенирного магазинчика в Нотурмберленде***** торгующего продукцией с изображением гаги, уверяет, что «существует витраж в церкви святого Кутберта в Амбле, изображающий святого Кутберта с его любимой уткой». Утверждение проиллюстрировано картинкой, которая довольно широко растиражирована в Интернете. Сравните эту картинку с классической иконой Кутберта. Не правда ли, гага выглядит как грубая позднейшая пририсовка к иконе?

Более того, на сайте церкви святого Кутберта в Амбле***** той самой, где якобы находится вышеприведенное изображение, можно ознакомиться с подробным описанием и фотографиями внутреннего убранства церкви. Там действительно есть гаги, но совсем другие.

*** <http://www.bbc.com/news/uk-england-23048394>

**** <http://eiderdown.org/famous-eider-colony.html>

***** http://www.eiderco.co.uk/eider_facts.html

***** <http://www.stcuthbertsonline.com/history.htm>

«Красивое восточное окно впервые осветило алтарь в 1927 году. Центральная панель показывает Христа со святым Кутбертом и утками Кадди слева от него и святого Освальда в короне справа». Изображенные на витраже гаги, два самца и самка, сидят у ног святого Кутберта.

* * *

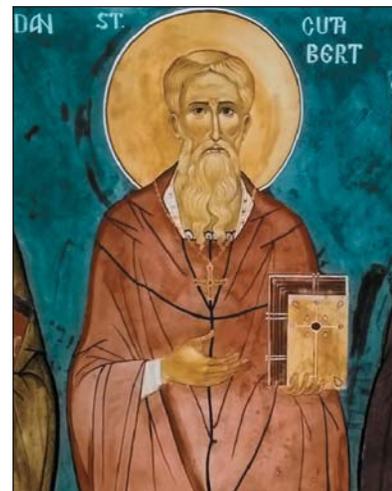
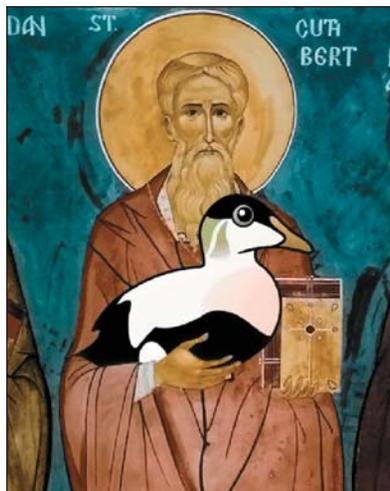
Чтобы удобнее было проследить сроки и пути возникновения легенды о Кутберте и гагах и последующее превращение этой легенды в факт истории охраны природы, я свела все рассказанное в таблицу. Но даже без погружения в тонкости сопоставления дат и текстов очевидно, что столь солидно и безупречно на первый взгляд выглядящая статья в Википедии почти сплошь состоит из ложных утверждений.

«Наиболее раннее письменное упоминание обыкновенной гаги содержится в записях, оставленных монахом и епископом Кутбертом Линдисфарнским... Кутберт написал правила, регулирующие охрану гнездовой гаг и других морских птиц», — утверждает Википедия. Однако сам Кутберт вообще ничего не писал, а если и писал, то до нашего времени никаких его записей не сохранилось, равно как и цитат из них.

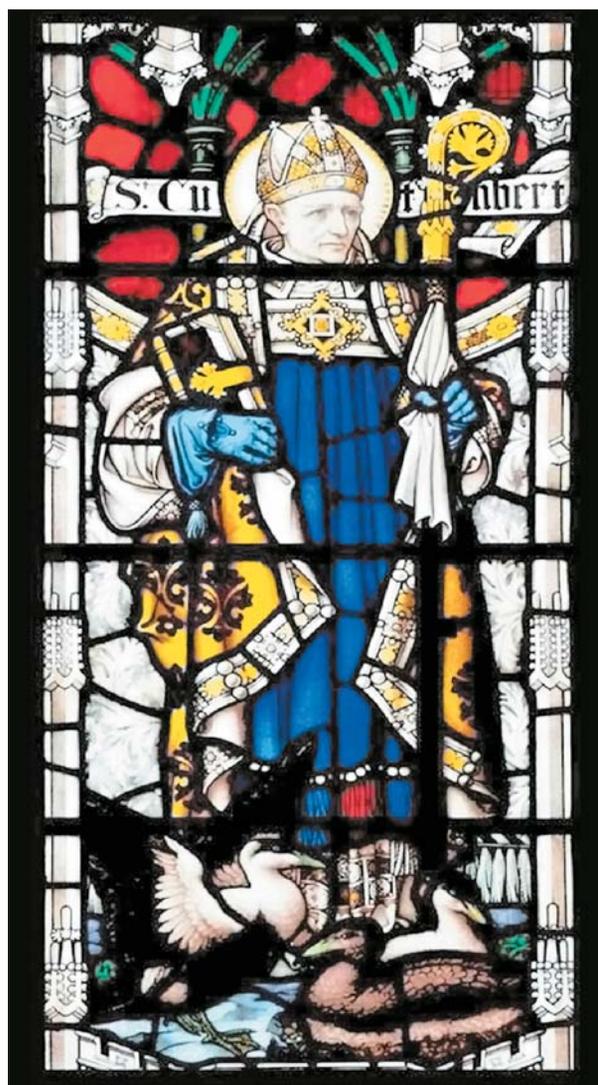
«Согласно источнику, этот священнослужитель... в 676 году уединился в пещере на одном из островов Фарн... где занялся содержанием этих уток, и использовал их пух для своих нужд». Однако в упомянутых источниках указаний на подобные факты не обнаружено.

«Эти правила считаются первым в мире известным законодательным актом об охране природы», — сообщает Википедия, не уточняя, кем именно они таковыми считаются. Но даже если бы некие правила об охране гаги и были написаны Кутбертом в VII в. н.э., они никак не могли быть первыми. Ведь существуют законы об охране лесов вавилонского царя Хаммурапи (XVIII в. до н.э.), законы об охране рыб, наземных животных и лесов индийского императора Ашока (III в. до н.э.) и другие, гораздо более ранние, чем кутбертовские, и к тому же документально подтвержденные природоохранные законы.

На этом можно было бы и закончить, в очередной раз напомнив, как аккуратно следует обращаться с источниками информации. Но, хотя легенда о святом Кутберте — покровителе гаг и оказалась совершенно развенчана, расставаться с ней все же не хочется. Ведь такая красивая была сказка! Неужели совсем-совсем ничего не было? Может, все-таки хоть что-то было?



Иконы с изображением святого Кутберта с присованной гагой и без.



Витражи церкви святого Кутберта в Амбле.

Гага — птица святого Варфоломея? Еще один вариант истории

В книге Джеймса Рейна «Святой Кутберт» (1828) [4], о которой уже шла речь выше, автор цитирует не только Регинальда [7], писавшего о Кутберте, но и другой источник — «Жизнь Варфоломея, отшельника Фарнского». Ее герой, Варфоломей Фарнский, монах все того же Линдисфарнского монастыря, отшельничал на том же, что и Кутберт, острове Иннер Фарн, но на 500 лет позже.

«Об острове же том известно, что его с давних пор населяют некие птицы, коих чудесно сохраняется имя и продолжается род. Они там собираются во время гнездования. И от святости места или, еще более, от тех, кто это место освятил своим образом жизни, они обрели столь великую благодать кротости, что вскоре достигли того, что не отвращаются человеческого прикосновения и взора. Они любят покой и не движутся шумно. Некоторые яйца лежат близ алтаря. Никто не властен причинять им вред или трогать яйца. Вместе со своими самцами в море ищут они добычу. Птенцы их тотчас, как появляются на свет, следуют за идущими впереди матерями и, единожды войдя в родные воды, не возвращаются к гнездам. Матери же, забыв о кротости, какую имели, принимают состояние прежнего уподобления морю».

«Однажды, когда некая (птица) вела, идя впереди, своих птенцов, один из них упал в расселину в скале. Мать же остановилась, опечалась, и тогда ничуть не усомнилась облечься в поведение, свойственное человеческому разуму; тотчас же, оставив там детей, она пришла назад к Варфоломею и начала тянуть клювом край одежды его, как бы ясно говоря: “Встань, и последуй за мной, и возврати мне моего детеныша”. Тот поспешно поднялся, думая, что она искала под ним гнездо. По мере того как она тянула сильнее и сильнее, он заметил наконец, что она чего-то просит, чего средствами голоса не может выразить: ведь та, что была неискусна в слове, оказалась искусна в деле. Итак, она пошла впереди, а он последовал за нею; и она, придя к расселине, указала клювом место и зримо сделала Варфоломею знак, как могла явно, чтобы тот заглянул туда. Он, приступив, увидел в расселине птенца, поранившего крыло, и, спустившись туда, вернул его матери. Весьма обрадованная... она ртом и мордой как бы благодарила его. Она вошла с детенышами в воду, а Варфоломей, изумленный, вернулся в свою часовню» [4].

При всей фантастичности эпизода с гагой, притаившей монаха для спасения птенца, данное описание в целом выглядит куда более правдоподобным, чем истории о Кутберте. Во-первых, совершенно верно отражены характерные черты жизненного цикла гаг — их чисто морской образ жизни, уход птенцов из гнезда сразу после вылупления. Во-вторых, и эпизод со спасением птенца

абсолютно достоверен во всем, кроме обращения самки к человеку. Гаги часто устраивают гнезда далеко от берега, и обратный путь к морю с однодневными птенцами бывает труден и опасен. На скалистых островах птенец запросто может упасть в расщелину, из которой самостоятельно выбраться не способен. Вполне может быть, что, обнаружив такого провалившегося птенца, Варфоломей спас его. Вот только мама-гага к нему вряд ли обращалась, а все остальное ничуть не противоречит реальности. В отличие от красивых, но туманных историй про Кутберта, к которому гаги прилетали за защитой, слушались его слов и грели его ноги, когда он молился ночи напролет.

Мог ли Регинальд приписать заслуги Варфоломея на ниве общения с гагами Кутберту, как фигуру более значимой? Не знаю. Но в случае Варфоломея история выглядит более достоверной, тем более что и прожил Варфоломей на Фарне существенно дольше Кутберта (целых 42 года, а не восемь) и описана эта жизнь его современником.

* * *

В завершение рассказа о многовековой истории отношений гаг и святых отцов процитирую еще один рассказ, в правдивости которого сомневаться не приходится. Это уже не житие, а статья исследователя Севера, художника Н.В.Пинегина о посещении им в 1909 г. Айновых о-вов Баренцева моря [11], которые на тот момент относились к Трифоно-Печенгскому монастырю (ныне — территория Кандалакшского заповедника).

Со времен жизни святого Кутберта прошло 1200 лет. Со времен жизни святого Варфоломея — 700. Другое море и другая страна, но также на далеком безлюдном острове живут рядом монахи и птицы. И остается только удивляться, насколько описание их жизни интонационно близко к тем, что мы читали в житиях древних британских святых...

«На острове стоит хижина, ее построили приезжающие за сбором гагачьего пуха монахи. <...> Только отошли от берега, и под ногами гнезда; степенный коршик ведет от гнезда к гнезду; о, он знает все наперечет гагачьи гнезда... Много лет ездит коршик на острова и сжился-свыкся с нравом, обычаем гаги и всех больших и малых птичек и оне, уверяет, знают его. “Не обижаем, и обидчиков не пускаем, — она это понимает”. Правда, гаги ближе пускают его, чем нас, чужих; он иногда подходит вплотную, может рукой ее, серую, достать, у нас же нежная маменька еще шагов за пять срывается с криком с гнезда... У меня происходит разговор с коршиком: “Хорошо у вас, на островах, — говорю я, — ...а птицы как живут, каждая по своему; может, на всем свете не отыщешь такого уголка, где можно видеть столько диких птиц на воле, подумать надо! Можно месяц наблюдать, как живут, что делают, нарисовать всех — где же иначе най-



Айновы о-ва, кордон Кандалакшского заповедника.

Фото Р.Г.Чемякина

дешь птицу, которая показала бы всю себя и жизнь свою?» “Это верно, это верно! — кивает кудлатой головой коршик, — этим время и коротаем; каждый раз, как из избы выйдешь, новую ее пичужью повадку узнаешь; пойдешь по острову, поищешь, нет ли где нового гнездышка у гахки; которая глупая застудит, новых ей от несущейся положишь; каждый раз новый обычай увидишь; верно это,

к примеру посмотри, которая знает дело свое: полетела с гнезда напиться или за иным каким делом, сейчас носом пух на яйца напихнет, закроет значит, чтобы не стыли, и удивляешься, сколько, можно сказать, понятия!.. Никто не выживал здесь; вишь, нет жилья здесь; никто не селится; место нежилое; значит от Господа поставлено, чтоб птица здесь жила... Ее место!”» ■

Литература

1. *Bede the Venerable Saint*. The life and miracles of St.Cuthbert, Bishop of Lindesfarne (721) // The ecclesiastical history of the English nation / Trans. J.A.Giles. L.; N.Y., 1910. №479. P.286—349.
2. *Lives of Saints: Bede: Life of Cuthbert* / Trans. J.F.Webb. L., 1965.
3. *Two lives of Saint Cuthbert*. A Life by an Anonymous Monk of Lindisfarne and Bede’s Prose Life. Text, translation, and notes by Bertram Colgrave. N.Y., 1969.
4. *Raine J.* Saint Cuthbert: with an account of the state in which his remains were found upon the opening of his tomb in Durham cathedral, in the year MDCCCXXVII. Durham, 1828.
5. *Eyre C.* The History of St.Cuthbert: or an account of his life, decease, and miracles; of the wanderings with his body at intervals during CXXIV. L., 1849. P.44.
6. *Consitt E.* Cuthbert, Saint, Bishop of Lindisfarne, ca. 635—687; Bishops. England. L., 1904.
7. *Reginald of Durbam*. Reginaldi, monachi dunelmensis, Libellus de admirandis beati Cuthberti virtutibus quae novellis sunt temporibus. L., 1835.
8. *Афиногенов Д.Е.* Житийная литература // Православная энциклопедия. М., 2008. Т.ХІХ. С.283.
9. *Троицкий С.В.* Жития святых. Православная богословская энциклопедия. Приложение к духовному журналу «Странник». СПб., 1904. Т.5. Столб. 582.
10. *Dominic Alexander*. The Holy Wilderness: Farne Island and the Cult of Saint Cuthbert // *Saints and Animals in the Middle Ages*. Woodbridge, Chippenham, Wiltshire. 2008. Chapter 7. P.131—133.
11. *Пинегин Н.В.* Айновы острова: Из путевых воспоминаний о Севере // Изв. Архангельского об-ва изучения Русского Севера. 1909. №13. С.61—74.

Времена и люди **Алексей Иванович Абрикосов**

К 140-летию со дня рождения
и 60-летию со дня смерти

В 1955 г., когда умер мой дед, выдающийся ученый патологоанатом, академик Алексей Иванович Абрикосов, мне не было 6 лет. Я его плохо помню, и не только потому, что была маленькой, но еще и потому, что его очень оберегали от всяких семейных забот, тем более от ребенка. Однако я прекрасно запомнила атмосферу любви и уважения, которая его окружала не только со стороны ближайших родственников, но и всех, кто приходил к нам домой. Это были коллеги, ученики и еще те, кто обращались к нему за помощью. Врачебная, научная, педагогическая и общественная деятельность Алексея Ивановича сделала его имя широко известным не только в медицинском мире, и люди из разных городов приезжали к нам домой с просьбами о консультации или помощи в лечении. Часто они по несколько часов ждали его прихода, а я «развлекала» их как умела. Дедушка всех внимательно выслушивал, читал медицинские заключения и, если это было в его силах, помогал, направляя на дальнейшее лечение. В некоторых случаях он просил прийти к нам для консультации кого-нибудь из врачей, живущих в нашем «медицинском» доме. Этих людей было много и выглядели они не так, как те, что меня окружали, может быть, поэтому я это хорошо запомнила.

Биографию Абрикосова можно прочесть в энциклопедии, в различных медицинских журналах и сборниках, в интернете. В ней говорится о его научных заслугах, как много он сделал для создания советской школы патанатомии, особенностью которой стала тесная связь с клинической медициной, о прекрасно написанных учебниках для студентов и многотомном руководстве по патологической анатомии для врачей, в котором обобщен весь его богатейший научный опыт, о таланте педагога, о том, скольких учеников, ставших видными учеными он воспитал, и что его труд был оценен правительством СССР самыми высокими государственными наградами. Перечисление всех его заслуг наглядно свидетельствовало о его таланте исследователя, невероятной тру-



А.И.Абрикосов (1875—1955).

Здесь и далее фото
из семейного архива Абрикосовых

доспособности и преданности делу, которым он занимался, но, тем не менее, не давало мне полного представления о личности моего деда. В официальных биографиях советского времени, естественно, не упоминалось и то, что Алексей Иванович происходит из богатой купеческой семьи. Его дед, Алексей Иванович Абрикосов, был купцом первой гильдии, владельцем кондитерской фабрики в Москве, совладельцами и руководителями которой затем стали его сыновья. Дедушкин отец был директором-распорядителем этого семейного дела: «Товарищество А.И.Абрикосова сыновей». После трагичес-



Родные и приемные дети Николая Алексеевича и Веры Николаевны Абрикосовых. А.И.Абрикосов в дальнем ряду, второй справа. 1895 г.

кой смерти обоих родителей в 1882 г. Алексей Иванович и его трое младших братьев и сестра воспитывались в семье дяди, Николая Алексеевича Абрикосова, у которого было шестеро своих детей. Дядю, в отличие от его брата — отца Алексея Ивановича, не удовлетворяла деятельность совладельца многочисленных семейных кондитерских производств и, будучи выпускником физико-математического факультета Московского университета, он больше всего в жизни ценил образование и науку. По-видимому, эту любовь он сумел передать и детям.

Так сложилось, что основные сведения об Алексее Ивановиче я получила не из уст бабушки или мамы, а некоторым образом от него самого, разбирая его бумаги. Среди этих бумаг были его письма 1936 г. из санатория «Гаспра» к жене, моей бабушке, и их детям, а также очерк, написанный им в связи с празднованием 40-летнего юбилея его научной, педагогической и общественной деятельности, опубликованный в 1940 г. в журнале «Архив анатомии и патофизиологии».

Очерк не охватывает последних 15 лет жизни. В годы Великой Отечественной войны при участии Алексея Ивановича была создана еди-

ная военно-полевая хирургическая доктрина. В 1944 г. он стал одним из организаторов Академии медицинских наук СССР, членом президиума и вице-президентом которой был многие годы. Несмотря на высокую оценку его деятельности (три ордена Ленина, звание Героя Социалистического Труда, орден Трудового Красного Знамени), Абрикосов не избежал репрессий, связанных с кризисом в биологии и «делом врачей». В 1951 г. Алексей Иванович покинул пост директора Института нормальной и патологической морфологии АМН СССР, а в 1953 г. вынужден оставить кафедру патанатомии 1-го Московского медицинского института им.И.М.Сеченова, которой заведовал более 30 лет, и был отстранен от деятельности консультанта в Кремлевской больнице.

Мне кажется, что именно в автобиографическом очерке и письмах к жене личность академика Абрикосова предстает более полно, чем в любом другом доступном источнике. В этом году исполнилось 140 лет со дня его рождения и 60 лет со дня смерти, и мне бы хотелось этой публикацией отметить эти даты.

© Абрикосова Н.Ю.,
кандидат биологических наук

Академик А.И.Абрикосов

Недавно исполнилось 40 лет, как я, сдав 27 государственных экзаменов, окончил медицинский факультет Московского университета и получил звание врача. Почему я выбрал медицину как основное поле своей будущей деятельности? Нельзя сказать, что это произошло под давлением кого-нибудь из старших членов моей семьи. Очень рано лишившись отца и матери, я еще юношей привык жить самостоятельно; выбор медицинского факультета был сделан мной потому, что уже гимназистом я увлекся естествознанием, и в последние годы в гимназии, благодаря нередким встречам со студентами-медиками и врачами (П.А.Минаковым*, С.П.Федоровым, А.Н.Рахмановым** и др.), окончательно склонился к медицине.

Пребывание в течение пяти лет на медицинском факультете навсегда сохранилось в моей памяти как очень интересный и важный период времени, ведь нашими учителями были Д.Н.Зернов (анатомия), Н.А.Умнов (физика), А.Н.Остроумов (внутренние болезни), А.А.Бобров (хирургия), Н.Ф.Филатов (детские болезни), А.Я.Кожевников (нервные болезни), С.С.Корсаков (психиатрия), В.Ф.Снегирев (женские болезни), М.Н.Никифоров (патологическая анатомия).

Выбор специальности по окончании медицинского факультета не представил для меня затруднений: уже будучи студентом, я летние месяцы проводил в Старо-Екатерининской больнице, работал там в терапевтическом (д-р Ф.А.Готье и д-р Н.Н.Мамонов) и в нервном (д-р П.А.Преображенский) отделениях. Внутренние и нервные болезни привлекали мое главное внимание, поэтому по окончании университета я стал работать экстерном во внутреннем и нервном отделениях Старо-Екатерининской больницы (позднее Бабухинской боль-

ницы, ныне МОКИ***). Между прочим, в то время (1900—1901 гг.) каждый врач-ординатор больницы обслуживал очень значительное количество больных и «выезжал» на своих экстернах; некоторые из врачей больницы, как, например, терапевт Н.Н.Мамонов, очень образованный и талантливый врач, или известный гинеколог В.В.Успенский, привлекали большое количество экстернов, которые и вели всех больных. Мамонов, у которого я стал работать, заведовал двумя корпусами, всего около 100 больных, причем у него обычно было 8—10 врачей-экстернов; каждый из последних получал в свое ведение по 10—12 больных. Мамонов, имевший громадную частную практику, приезжал в больницу на 30—40 минут, выслушивал доклады экстернов, смотрел некоторых больных и уезжал. Однако раз в неделю устраивались совместные обсуждения некоторых больных, и здесь в течение двух-трех часов мы все получали очень много от Мамонова, обладавшего громадным опытом и эрудицией.

В нервном отделении у Преображенского обстановка была иная; он ежедневно проводил в своем отделении шесть—восемь часов, сам осматривал всех больных и значительное время уделял работе по патологической гистологии нервной системы; вторую половину дня он всегда сидел за микроскопом или переключивал гистологические срезы для окраски из одной чашечки в другую (препараторов-гистологов в то время не существовало). Как раз свои первые практические навыки по технике приготовления гистологических препаратов я получил в нервном отделении у Преображенского, у него же я написал свою первую научную работу, посвященную клинике «миастенического паралича» (напечатано в «Медицинском обозрении» в 1901 г. и в «KlinischeWoche» в 1902 г.).

Весной 1900 г. произошло некоторое изменение в характере моей работы в Старо-Екатерининской больнице. Благодаря отпускам и случайной болезни двух-трех ординаторов некоторые

* П.А.Минаков (1865—1931). В дальнейшем профессор, один из основателей российской судебной медицины. Муж тетки Алексея Ивановича Любови Алексеевны (1866—1949).

** А.Н.Рахманов (1861—1926). Известный акушер-гинеколог. В 1906—1925 гг. главный врач Городского родильного дома им.А.А.Абрикосовой — бабушки Алексея Ивановича, построенного на деньги, переданные городу по ее завещанию. Муж тетки Алексея Ивановича Софьи Алексеевны (1865—1948).

*** МОКИ — Московский областной клинический институт. Создан в 1930 г., в 1931 г. преобразован в МОКИ-Медвуз, в 1940 г. — в IV Московский государственный мединститут, с 1943 г. — Московский областной научно-исследовательский клинический институт (МОНКИ).

из экстернов были выдвинуты на место «временных ординаторов». По просьбе главного врача И.Д.Сарычева я тоже должен был взять на себя функцию временного ординатора. Сначала я получил в свое ведение рожистое отделение из 60 больных, но к нему скоро было присоединено скарлатинозное отделение на 30 больных и корпус хроников на 30 больных. Таким образом, я, молодой врач, окончивший медицинский факультет несколько месяцев назад, должен был вести в течение всего лета 120 больных без руководителей и без экстернов; я с благодарностью вспоминаю помощь опытных больничных фельдшериц и сестер, которые мне очень помогали на первых порах. В последующем (1900—1901) я многократно привлекался к роли временного или дополнительного ординатора, причем, как правило, мне поручали вести отделения: рожистое, скарлатинозное и хроников; однако постепенно я приобрел опыт в уходе за таким контингентом больных и уже не тяготился своими 120 больными, хотя и проводил в больнице не менее шести—восьми часов. Гораздо большие трудности я испытывал при дежурствах. В то время на всю больницу в 1000 коек и ее приемный покой оставался один дежурный врач.

Я вспоминаю некоторые ночи, когда приходилось все время метаться из приемного покоя, в который привезли попавшего под поезд человека, в дифтерийное отделение, в котором задыхался ребенок с крупом гортани, в хирургическое отделение, где у оперированного больного повязка стала пропитываться кровью, в терапевтическое отделение к больной с сердечным припадком и т.д. И все-таки я всегда с благодарностью вспоминаю Старо-Екатерининскую больницу; те годы, которые я в ней провел, работая практическим врачом, дали мне хорошую клиническую зарядку, легли в основу того клинико-анатомического направления, которое я в дальнейшем проводил в своей работе.

Кроме того, в Старо-Екатерининской больнице я впервые испытал свои силы на препода-

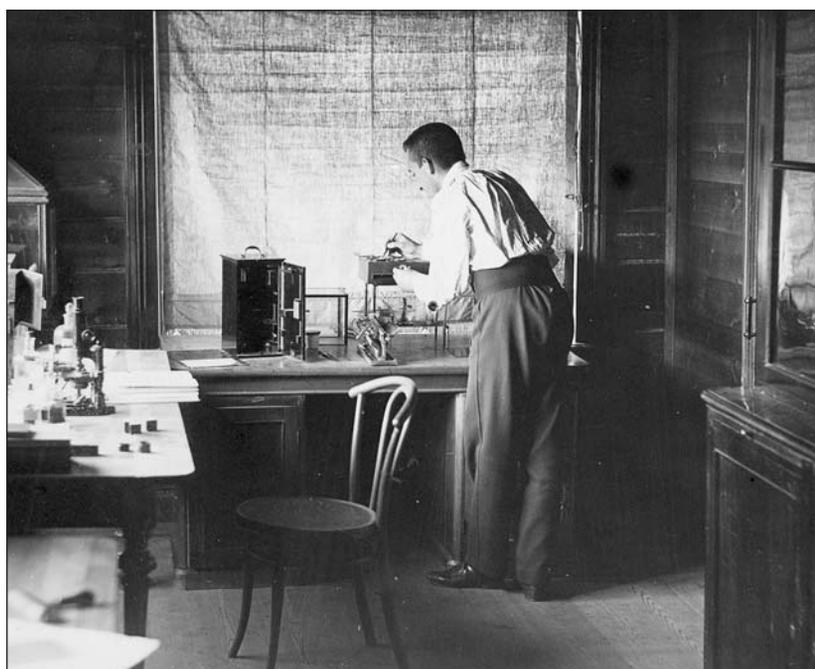


За микроскопом. 1896 г.

вательском поприще; в фельдшерской школе при больнице я преподавал «курс неотложной помощи», а по временам — «курс общей патологии».

В феврале 1902 г. я покинул Старо-Екатерининскую больницу и непосредственно с места ординатора больницы перешел на должность помощника прозектора Патологоанатомического института Московского университета.

Как это случилось? Мне кажется, что ход событий в этом деле был вполне естественным. Работа



За приготовлением препаратов. 1896 г.

в нервном отделении у Преображенского по патологической гистологии нервной системы, а также постоянные посещения прозектуры больницы (прозектор В.А.Колли) уже в конце 1900 г. начали привлекать меня все более и более; летом 1901 г. я уже добровольно замещал в течение двух месяцев прозектора Колли и самостоятельно делал все больничные вскрытия. Когда осенью 1901 г. я решил приступить к диссертации на степень доктора медицины, я остановился на мысли писать работу на патологоанатомическую тему. Проф. М.Н.Никифоров, к которому я обратился, предложил мне заняться вопросом о гистологическом начале легочного туберкулеза (в то время шла дискуссия, с одной стороны, между направлением Бирх-Гершфельда и Шморля, доказывавших бронхогенное начало туберкулезного процесса легких, с другой — Ауфрехта и Рибберта, выдвигавших гематогенное происхождение начальных очагов легочного туберкулеза). Работа над этой темой, связанная с необходимостью просматривать легкие на большом числе трупов, все более и более захватывала меня. Таким образом, постепенно для меня стало ясным, что работа в области патологической анатомии есть настоящее мое призвание. Поэтому когда в начале 1902 г. проф. Никифоров предложил мне занять место помощника прозектора при заведомой им кафедре патологической анатомии, я охотно согласился.



С велосипедом. 1895 г.

В Патологоанатомическом институте в это время происходили перемены: прозектор Д.П.Кишенский уезжал в Одессу, куда он был выбран профессором патологической анатомии, старший помощник прозектора Н.Ф.Мельников-Разведенков направлялся на кафедру патологической анатомии в Харьков, помощник прозектора М.М.Покровский — прозектором в Петербург, лаборант А.И.Синев уехал прозектором к Д.П.Кишенскому в Одессу. К осени 1902 г. штат кафедры патологической анатомии организовался таким образом: профессора И.Ф.Клейн и М.Н.Никифоров, прозектор В.И.Кедровский и помощники прозектора: Г.В.Власов, М.А.Скворцов, П.М.Невядомский, А.И.Абрикосов, В.С.Девичкий. В институте я начал заниматься преподаванием, производил вскрытия и продолжал работать над диссертацией. Метод работы в то время был совсем иным: вовсе не существовало препараторов и технических лаборантов; все микроскопические препараты мы делали сами, так же как и обработку музейных препаратов, микрофотографии и пр.

В самом начале своей работы в институте я заметил, что сотрудники кафедры живут далеко не дружно; существует определенный разлад между работниками нижнего и верхнего этажа. К работникам нижнего этажа относились: Клейн, Никифоров, Кедровский и Девичкий; это были «правые».

Как известно, профессора Клейн и Никифоров были видными представителями правой фракции профессуры Московского университета; это, так или иначе, отражалось на всей их деятельности, обращении с сотрудниками и со студентами. В верхнем этаже молодежь группировалась вокруг Власова, примыкавшего к левой фракции профессуры и являвшегося очень яркой и оригинальной фигурой также и в научном отношении; сотрудники верхнего этажа представляли собой очень живую дружную группу (Г.В.Власов, М.А.Скворцов, П.М.Невядомский, студенты Е.К.Сепп, А.К.Черноцкий, А.П.Савельев, ряд врачей, работавших над диссертацией). Я, хотя и имел свое рабочее место в нижнем этаже, очень скоро примкнул к работникам верхнего этажа, что вызвало недовольство моего основного руководителя Никифорова и, в общем, послужило началом углубившегося в дальнейшем охлаждения между мной и Никифоровым.

В апреле 1904 г. я защитил докторскую диссертацию на тему «О первых анатомических изменениях при начале легочного туберкулеза». В своей работе я установил, что начальный очаг легочного туберкулеза (реинфекта, как было позднее выяснено) связан со стенкой мелкого бронха и, по-видимому, имеет бронхогенное происхождение. Другое обстоятельство, мною впервые указанное, это то, что преобладание экссудативных или продуктивных изменений при туберкулезе в значительной степени связано с реактивностью организма. И то и другое в дальнейшем получило подтверждение. Работая над диссертацией, я в то же время по пред-

ложению Никифорова написал работу о микседеме и множественной миеломе. В мае 1904 г. я получил звание приват-доцента и, кроме того, по конкурсу занял место прозектора в только что открывшейся Морозовской детской больнице (позже — Образцовая детская больница).

В первое время я пытался совместить работу прозектора больницы с работой в Патологоанатомическом институте, однако в скором времени убедился, что это весьма трудно; в связи с этим сначала я в институте перешел на должность сверхштатного лаборанта, а в 1905 г. совсем ушел оттуда; с университетом меня связывало лишь звание приват-доцента, причем свой приват-доцентский курс я вел по воскресеньям в своей больничной прозектуре. Работая в качестве прозектора детской больницы, я много времени посвящал разработке патологической анатомии детских болезней, выступал с докладами и демонстрациями в Обществе детских врачей, на конференциях детских больниц. В это время был выпущен ряд работ, из которых наиболее интересным мне кажутся: исследования о патологической анатомии врожденной миатонии, работы об атрофических процессах коры мозжечков, об рабдомиомах сердца и туберозном склерозе, о врожденной общей водянке новорожденных.

Штат прозектуры Морозовской детской больницы в то время состоял только из двух лиц: прозектора и секционного служителя. Все препараты, как микроскопические, так и музейные, микрофотографии и пр. я делал сам. На обязанности прозектора лежало также приготовление питательных бактериологических сред и производство бактериологических и серологических исследований. Большим облегчением было то, что прозектура больницы, хотя и представляла собой довольно тесное помещение, была сравнительно очень хорошо оборудована; это было связано с тем обстоятельством, что организацией прозектуры ведал опытный прозектор Колли, занявший в Морозовской детской больнице место старшего врача (сменив работу по патологической анатомии на клиническую педиатрию). В качестве прозектора Морозовской детской больницы я проработал семь с половиной лет (до ноября 1911 г.).

В то время в качестве прозектора детской больницы и приват-доцента я стал преподавать патологическую анатомию сначала в 4-й (1905), а с 1907 г. и в 1-й Московских зубоучебных школах; при этом я очень заинтересовался патологическими изменениями зубов, стал разрабатывать эту малоизвестную область, в результате чего в 1911 г. выпустил курс лекций по патологической анатомии зубов, а в 1914 г. — руководство «Патологоанатомическая анатомия зубов и полости рта» с 95 микрофотографиями.

В 1907 г. произошло интересное событие, которое нашло своеобразное отражение спустя 26 лет. Весной этого года я получил от декана меди-

цинского факультета Варшавского университета приглашение принять участие в конкурсе на кафедру патологической анатомии. Это приглашение мне показалось весьма лестным (мне было всего 32 года), но вместе с тем я знал, что кафедру патологической анатомии в Варшаве занимает известный патологоанатом проф. Пржевоский, у которого прозектором состоит проф. Дмоховский, только что зарекомендовавший себя прекрасным руководством по патологической анатомии и являющийся естественным заместителем проф. Пржевоского. Мне было неясно, в чем тут дело. Я решил все выяснить на месте и поехал в Варшаву; при этом по приезде обратился непосредственно к проф. Дмоховскому. От него я узнал, что царское правительство проводит в Варшаве усиленную русификацию университета: всех профессоров-поляков постепенно заменяют русскими профессорами. В частности, проф. Пржевоского, прослужившего 30 лет, на дальнейший срок не оставляют, а его, Дмоховского, как поляка, по-видимому, собираются забаллотировать. Мне стало ясно, что я приглашаюсь к участию в конкурсе на кафедру Варшавского университета в качестве «фактора русификации», как лицо, при участии которого было бы облегчено забаллотирование проф. Дмоховского. Я счел это для себя неприемлемым. Отказался от участия в конкурсе и вернулся в Москву. Через некоторое время мое поведение в Варшаве стало известным среди московской профессуры. Правая часть ее стала относиться ко мне весьма сухо. А со стороны проф. Никифорова я сразу заметил дальнейшее охлаждение к себе; от близких мне лиц из университетской среды пришлось слышать такое мнение, что после случая с варшавской кафедрой для меня теперь закрыта университетская карьера и на кафедру где бы то ни было я рассчитывать не мог. По-видимому, я должен был навсегда примириться с деятельностью прозектора больницы.

Между прочим, в 1933 г., когда впервые после Октябрьской революции в Польшу на конгресс естествоиспытателей и врачей приехала делегация советских ученых со мной в качестве председателя ее, некоторые из маститых польских профессоров вспомнили о моем посещении Варшавы за 26 лет перед этим и мой отказ занять кафедру при условиях, имевших место в то время; они много рассказывали о том впечатлении, которое произвело в то время это событие в кругах польской интеллигенции, и оказывали мне в связи с этим весьма большое внимание.

В 1911 г. я покинул место прозектора Морозовской больницы и перешел на место прозектора Солдатенковской (ныне Боткинской) больницы. Еще летом 1909 г. Ф.А.Гетье обратился ко мне с просьбой просмотреть план прозектория при строящейся новой больнице. В плане я нашел ряд существенных недостатков (слишком малая площадь, всего один вход, общий для персонала, вра-

чей, трупов, родных, оформление в виде одного здания с часовней и др.), и была создана комиссия во главе с архитектором И.А.Ивановым-Шицем, которая вполне согласилась с моими указаниями. Однако план был уже утвержден Городской управой, и никаких изменений в нем нельзя было сделать, несмотря на то, что строительство еще не началось. И вот этот маленький, тесный прозекторий, неудовлетворительный уже при своем возникновении и рассчитанный на обслуживание больницы в 550 коек, обслуживал больницу в 2500 коек и вмещал в себя штат, возросший в пять-шесть раз в сравнении с прежним.

Заинтересовавшись строительством нового прозектория и его оборудованием, я принял в этом деле активное участие в течение 1909, 1910 и 1911 гг. и, когда прозекторий стал функционировать, я перешел в него на место прозектора. Главным мотивом для перехода в Солдатенковскую больницу было то, что я уже семь лет работал на детском материале и считал целесообразным перейти на работу с трупами взрослых. Уходил я из Морозовской детской больницы совершенно спокойно, так как оставил после себя на месте прозектора М.А.Скворцова, уже тогда (1911) хорошо известного в качестве опытного и высокообразованного патологоанатома.

Прозектура Солдатенковской больницы, несмотря на малый объем ее, была с самого начала прекрасно оборудована, снабжена самыми совершенными микроскопами, микрофотографическим аппаратом и т.д. Это обстоятельство, а также то, что материал прозектуры представлял большое разнообразие и интерес, привлекало в прозектуру большое количество врачей-экстернов; некоторые из них работали над специальными научными темами, готовили докторские диссертации, другие совершенствовались в патологической анатомии. Хорошо помню работавших над диссертациями В.К.Хорошко, В.П.Воскресенского, С.М.Рубашева, А.М.Кожевникова, ставших в дальнейшем профессорами И.В.Давыдовского, С.С.Вайля, которые начали работать по патологической анатомии в прозектории Солдатенковской больницы. Количество врачей, желавших работать [там] в начале 1914 г., стало настолько большим, что некоторым из них приходилось отказывать за недостатком места. Вспоминаю, что один из врачей, получив от меня отказ, просил разрешения привезти свой столик и расположиться с ним в коридоре. Разразившаяся в июле 1914 г. империалистическая война резко изменила всю эту картину: прозекторий Солдатенковской больницы опустел, а в скором времени для потребностей военных госпиталей часть помещения прозектория пришлось выделить для аналитической лаборатории.

Первые два года (1912—1913) своей прозекторской деятельности в Солдатенковской больнице я работал один; имевшаяся фельдшерница была занята приготовлением питательных сред, окрас-

кой мазков на дифтерию, подготовкой к реакции Вассермана, Видаля, что лежало на обязанностях прозектуры. Я вскрывал все трупы, проводил весь микроскопический материал, готовил музейные препараты, собирал коллекцию микроскопических препаратов, делал микрофотографии, ставил реакцию Вассермана и пр. Между прочим, напечатал работу о реакции Вассермана на трупах и реакции Вейнберга на эхинококк.

Лишь в 1913 г. мне дали помощника прозектора. Эту должность заняла врач С.Н.Попова, которая до этого (с 1911 г.) была экстерном, а временами исполняла обязанность фельдшерницы. Попова проработала со мной 28 лет до самой своей смерти 24 июня 1939 г. Не могу не вспомнить добрым словом этого замечательного работника и исключительного товарища. В дальнейшем, когда больница стала расширяться, число помощников прозектора стало увеличиваться, достигнув в настоящее время пяти человек; появился штат лаборантов-гистологов и препараторов, которые готовят все микроскопические препараты; эта функция от прозектора и его помощника отошла. Совершенно отпала от прозектора обязанность производить лабораторные исследования.

Работая над приготовлением микроскопических препаратов, я всегда очень интересовался микрохимическими реакциями, особенно методами окраски жиров и липидов, следствием этого явилась моя работа «О морфологическом исследовании жира клеточной протоплазмы» (1913). Во время империалистической войны впервые мне пришлось познакомиться с патологической анатомией цинги (мои работы: «Патологическая анатомия во время войны», «Об изменениях костей при цинге»). К этому же периоду относятся первые данные о патологической анатомии БОВ*; материал острых случаев я получал с фронта от проф. И.Ф.Пожариского, а отдаленные результаты отравлений изучал на вскрытии трупов из госпиталей Москвы.

Важным событием среди московских врачей была смерть в июне 1915 г. проф. Никифорова, который благодаря своему громадному опыту и эрудиции представлял собой весьма крупную фигуру в медицинском мире Москвы. Осенью 1915 г. в обязанность временного заведующего кафедрой патологической анатомии вступил В.И.Кедровский, который еще в 1912 г. министром [народного просвещения] Л.А.Кассо был назначен сверхштатным профессором патологической анатомии. Однако Кедровский сохранил за собой лишь практически-демонстрационный курс; чтение систематического курса патологической анатомии на 3-м курсе было поручено мне, а ведение практических занятий по патологической гистологии — В.С.Девецкому. Два раза в неделю я стал из Солдатенковской больницы приезжать на Девичье Поле для чтения лекций.

* БОВ — боевые отравляющие вещества.

В 1916 г. Московский университет объявил конкурс на кафедру патологической анатомии. Сначала выступил лишь один кандидат на кафедру — В.И.Кедровский, однако перед самым окончанием срока подачи заявлений на конкурс профессора А.В.Мартынов и Г.И.Россолимо убедили меня также выступить на конкурсе. Хотя это дело представлялось мне совершенно безнадежным, я принял участие в конкурсе; при баллотировке я с треском провалился, был выбран Кедровский. Это, однако, не изменило распределения обязанностей на кафедре — я на кафедре продолжал по-прежнему читать основной курс патологической анатомии.

Октябрьская революция 1917 г. застала меня на месте прозектора Солдатенковской больницы и приват-доцента, читавшего по поручению факультета обязательный курс патологической анатомии в университете. Как весьма многие представители интеллигенции того времени, я сначала не понял значения совершавшихся событий. Углубленный в научную работу и в преподавание, я, к сожалению, не интересовался политической жизнью, никогда не ставил перед собой вопроса о своем политическом средо, никогда ни к какой партии не примыкал и даже не интересовался программой существующих партий. Поэтому я оставался совершенно в стороне от Октябрьского вооруженного восстания и от большевистского революционного переворота. Вместе с тем помню, что когда в ноябре—декабре 1917 г. кадеты, эсеры и вообще буржуазия стали агитировать в пользу забастовки протеста против захвата власти большевиками и стремились, чтобы персонал больницы участвовал в забастовке, я был категорически против этого: общие собрания всего больничного персонала, на которых мне пришлось председательствовать, несмотря на агитацию некоторых лиц за забастовку, стойко противостояли этому и в конце концов категорически отвергли забастовку. Октябрьская революция, последовавшие годы Гражданской войны, разгром белых и интервентов и победа Октября — все это перед каждым сознательным гражданином поставило в самой категорической форме вопрос о том, как относиться к происшедшим событиям и с кем ты идешь в смысле своих политических взглядов и всей своей деятельности, всего миросозерцания.

Прежде чем сказать, как я решил для себя возникший вопрос, укажу на некоторые фактические обстоятельства.

В 1918 г. умер второй крупный московский патологоанатом — проф. Г.В.Власов, зани-

мавший кафедру патологической анатомии на медицинском факультете Высших женских курсов, переименованных после революции во 2-й Московский государственный университет (2-й МГУ); я был выбран по конкурсу на освободившуюся кафедру. Между прочим, работать на этой кафедре в первые годы было очень трудно, так как кафедра не имела своей базы: лекции я читал в Патолого-анатомическом институте 1-го МГУ, практические занятия вел в помещении 2-го МГУ в Мерзляковском переулке, а занятия по секционному курсу — одно время в Сокольнической (позже Красно-советской) больнице, а затем в Павловской. При плохом состоянии московского транспорта в 1918—1919 гг. и необходимости ежедневно бывать в Солдатенковской больнице мне приходилось делать пешком громадные переходы.

В начале 1920 г. я был выбран членом правления и проректором во 2-м МГУ. 1920—1921 гг. были весьма тяжелым временем для вузов. Тяжелые материальные условия университета, громадные трудности с организацией жизни и питания студентов, развал служебного аппарата, необходимость реорганизовать преподавание, поставить всю жизнь университета по-новому — все это возлагало на правление университета громадную ответственность. И вот тут при каждом шаге вставал вопрос, куда идти, как поступить. Стала совершенно ясной необходимость серьезно вникнуть в сущность Октябрьской революции, в то, что происходит в нашей стране, куда ведет нас партия большевиков. И вот в эти годы, когда я, работая в правлении 2-го МГУ и в комиссиях Наркомпроса, стал активно участвовать в строительстве советской высшей школы, явились для меня поворотным пунктом в смысле моего отношения к Октябрьскому перевороту, я стал постепенно понимать сущность Октябрьской



У камина с газетой. 1899 г.

пролетарской революции, стал перестраивать все свое мирозерцание.

В апреле 1918 г. была произведена перебаллотировка профессорского состава 1-го МГУ; проф. Кедровский был забаллотирован, и кафедра патологической анатомии была объявлена вакантной. Временное преподавание было поручено мне и проф. Девицкому, который при Кедровском нес обязанности прозектора; так и продолжалось два года. В 1920 г. был объявлен конкурс на кафедру патологической анатомии, причем на конкурсе сначала фигурировала одна кандидатура Девицкого. Я не подавал на конкурс, так как мне казалось, что я, может быть, могу удовлетвориться тем положением, которое тогда занимал (профессор и проректор 2-го МГУ и прозектор Боткинской больницы), однако здесь повторилось то, что было в 1916 г.: за один-два дня до окончания конкурса ко мне обратились некоторые профессора медицинского факультета 1-го МГУ и ряд сотрудников кафедры патологической анатомии с настойчивой просьбой выступить на конкурсе и противопоставить свою кандидатуру кандидатуре Девицкого. Я уступил этим просьбам и был выбран на кафедру патологической анатомии и в 1-м МГУ, и во 2-м МГУ. С 1920 по 1924 г. я совмещал кафедры в 1-м и 2-м МГУ, но в 1924 г., после того как был избран деканом медицинского факультета 1-го МГУ, я покинул как кафедру во 2-м МГУ, так и работу в его правлении.

Моя работа на кафедре патологической анатомии 1-го МГУ в течение первого года шла в не особенно благоприятной обстановке. Девицкий, забаллотированный при выборах на кафедру и оставшийся у меня в качестве прозектора и моего ближайшего помощника, не скрывал своего отрица-

тельного отношения ко мне и всячески препятствовал мне перестроить и наладить работу на кафедре. Лишь с 1921/22 учебного года удалось сорганизовать хороший коллектив работников, который всецело разделял мои взгляды на преподавание и на всю работу кафедры. Место прозектора после умершего в августе 1921 г. от дифтерии В.С.Девицкого занял И.В.Давыдовский, место старшего ассистента — В.Т.Талалаев; в качестве научных сотрудников и аспирантов и позднее ассистентов на кафедре в дальнейшем работали Е.Я.Герценберг, С.С.Вайль, Ю.М.Лазовский, А.И.Струков, А.Б.Рывкин, И.М.Верткин, С.Б.Вайнберг, Д.Н.Выропаев и многие другие. Уже с 1921 г. я организовал на кафедре научные конференции, которые имели громадное значение как для сотрудников кафедры, так и вообще для патологоанатомов Москвы, собиравшихся на эти конференции в очень большом числе. Научная работа сотрудников кафедры уже с 1922 г. начала расти и стала выражаться в 10—15 научных работах в год, а в 1927—1930 гг. — до 20 работ в год. К этому периоду относятся мои работы по классификации туберкулеза, по патологической анатомии симпатических нервных узлов, по фиброзному оститу, по олеогранулемам. В 1926 г. я описал совершенно новый вид мышечных опухолей, «миом из миобластов», в дальнейшем признанный повсеместно. В эти годы вышли известные работы Давыдовского по сыпному тифу, Талалаева по ревматизму, Герценберг по апокринным железам, Вайля по хондриосомам клетки и мн. др.

Преподавание патологической анатомии мы с коллективом перестроили по-новому: мы объединили практические занятия с лекциями, частную патологическую анатомию стали преподавать как патологическую анатомию болезней, реформировали секционный курс, придавая ему клинко-анатомический характер. Можно сказать, что все наше преподавание и вся деятельность кафедры получили в значительной степени клинко-анатомическое направление.

Было улучшено все дело вскрытия трупов, их протоколирование, микроскопическое и бактериологическое обследование. Был введен штат лаборантов-гистологов, в руки которых перешла вся техническая обработка гистологического материала.

Ответственную должность декана медицинского факультета я занимал в 1924—1931 гг. Эти семь лет шла чрезвычайно интенсивная работа по реформам образования в высшей школе, в частности и на медицинских факультетах. В методической ко-



С учениками. Конец 1930-х годов.

миссии Главпрофобра*, в Государственном ученом совете шла выработка учебных планов, новых штатов, реформ кафедр и др. Весьма напряженная работа шла и на нашем медфаке. Если я и справлялся с этой работой, то в значительной степени благодаря помощи своих сотрудников по деканату и особенно помощников декана; в качестве последних со мной в разное время моего деканства работали Н.И.Гращенков, И.А.Пашинцев, В.Н.Попов, И.И.Фейгель, И. Г.Руфанов.

1924 г. был для меня весьма знаменательным**. Кроме того что я был избран деканом медфака, весной того же года я был избран депутатом в Московский совет РК и КД***, в который в дальнейшем переизбирался и оставался до 1931 г. В 1934 г. был вновь избран депутатом Моссовета и эти обязанности несую до настоящего времени; работаю в секции здравоохранения. В том же 1924 г. больница им.С.П.Боткина отметила 25 лет моей врачебной и научной работы, причем по распоряжению Мосздравотдела прозекторий Боткинской больницы стал называться «Патолого-анатомический институт им.А.И.Абрикосова».

В 1929 г., в связи с моим 30-летним юбилеем [научной деятельности], мне было присвоено звание заслуженного деятеля науки (в 1933 г. звание заслуженного деятеля науки мне было присвоено вторично).

* Главпрофобр — Главное управление профессионального образования в составе Народного комиссариата просвещения (Наркомпроса) РСФСР — центральный орган управления профессиональным образованием в РСФСР в 1920—1930 гг.

** 22 января 1924 г. по рекомендации Ф.Э.Дзержинского и В.Д.Бонч-Бруевича правительство поручило Абрикосову вскрыть тело Ленина. Вскрытие длилось 3 ч 50 мин и происходило в присутствии ведущих врачей различных специальностей (профессоров: О.Фёрстера, В.П.Осипова, А.А.Дешина, Б.С.Вейсброта, В.В.Бунака и докторов: Ф.А.Готье, П.И.Елистратова, В.Н.Розанова, В.А.Обуха) и народного комиссара здравоохранения РСФСР Н.А.Семашко. Кроме того, для сохранения тела на некоторый срок в нетленном состоянии Абрикосов, согласно принятому тогда способу бальзамирования трупов, ввел в тело под давлением 6 л смеси формалина с глицерином и спиртом. В редакционной статье газеты «Вечерняя Москва» от 25 января 1924 г. на вопрос, обладает ли наука средством сохранить тело на очень продолжительный срок, он ответил следующее. «Пожалуй, такого средства нет. Несомненно, наиболее вероятным способом является заключение тела в герметически закупоренное помещение, в котором бы поддерживалась постоянная температура, колеблющаяся между 0 и +2°C, и определенная степень влажности. Это помещение можно покрыть стеклом для того, чтобы дать возможность видеть тело, и это не повлияет на его сохранность». В дальнейшем В.П.Воробьев и Б.И.Збарский предложили другой способ мумификации, который оправдывает себя и ныне. В последующие годы Абрикосов был постоянным членом комиссии, следящей за сохранностью мумии вождя.

*** Совет РК и КД — Совет рабочих, красноармейских и крестьянских депутатов.



Мандат Абрикосова.

По отношению к периоду 1920—1928 гг. можно еще отметить, что в эти годы коллективом нашей кафедры была проделана большая организационная работа по созданию общества патологов, всероссийских и всесоюзных съездов патологов, Комиссии московских прозекторов (председатель Давыдовский); последняя сделала очень много для улучшения положения городских прозектур, создала единообразный тип отчетности прозектур, наладила работу со сравнением клинических и анатомических диагнозов и т.д.

1930 г. знаменовал собой начало периода, когда сотрудники заведомой мной кафедры, достигнув большого опыта и эрудиции в преподавании и научной работе, стали избираться профессорами на кафедры в другие медвузы. В 1930 г. Вайль был избран на кафедру во 2-й Ленинградский медицинский институт и переехал в Ленинград. В следующем году Давыдовский перешел на кафедру патологической анатомии во 2-й Московский медицинский институт, а Талаев — на кафедру в Центральный институт усовершенствования врачей. В 1934 г. Лазовский был избран на кафедру в 3-й Московский медицинский институт, Герценберг — на кафедру патологической анатомии санитарно-гигиенического факультета 1-го Московского медицинского института; в 1936 г. Струков занял кафедру патологической анатомии в Харькове, а Рывкинд в 1938 г. — в Горьком, Выропаев в 1939 г. получил звание профессора. Таким образом, за последние 10 лет заведомая мной кафедра дала восемь профессоров, занявших кафедры патологической анатомии; из них шестеро (Вайль, Лазовский, Герценберг, Струков, Рывкинд, Выропаев) весь свой стаж прошли на нашей кафедре в послереволюционное время.

В научном отношении в период 1930—1938 гг. наша кафедра дала ряд работ по морфологии аллергических реакций организма. После извест-



Ф.Д.Абрикосова на вскрытии. 1920-е годы.



Ученики Абрикосова в его отсутствие празднуют его юбилей. 1935 г.

ных исследований Й.Герлаха изучением гистоморфологии феномена Артюса у нас занялся Б.И.Мигунов, давший ряд очень интересных работ. Я лично все время стремился выяснить, имеются ли возможности в морфологических проявлениях патологических процессов у человека уловить признаки аллергического происхождения. К 1933 г. у меня уже накопились некоторые интересные данные, и вот, когда я должен был выступать в Познани на конгрессе врачей и естествоиспытателей с докладом, я взял темой доклада «Аллергические изменения кровеносных сосудов». Позднее, в Варшаве, на соединенном заседании медицинских обществ, по просьбе местных врачей я сделал доклад «О морфологических прояв-

лениях аллергических реакций у человека». По возвращению в Москву аналогичные доклады я сделал в Обществе патологов и на научной конференции ВИЭМ*; эта научная конференция с моим докладом и дискуссией заняла три заседания. В последующем по морфологии аллергических изменений с нашей кафедры вышли три моих работы, экспериментальные исследования Лозовского и Выропаева, работы Герценберг, Струкова, Рывкинда и др. Мне кажется, что мои наблюдения 1933—1934 гг. по морфологии аллергических изменений сыграли у нас в СССР роль толчка в деле морфологического изучения роли аллергии и происхождения различных патологических процессов, что, как известно, уже принесло свои плоды.

Начиная с 1925 г. я ежегодно ездил за границу на съезды патологов, организуемые Немецким патологическим обществом. На этих съездах я нередко выступал с докладами о своих работах и работах своих сотрудников: в 1926 г. в Фрайбурге я доложил об интересной работе С.С.Вайля о действии ультрафиолетовых лучей на раны кожи, в 1927 г. в Данциге — о наблюдениях Ф.Д.Вульф**, касавшемся образования белковых кристаллов в миеломах, в 1928 г. в Висбадене — об атипической форме болезни Нимана и Пика (наблюдение Е.Я.Герценберг), в 1929 г. в Вене — о своих работах о течении жировых гранулом. В 1927

* ВИЭМ — Всесоюзный институт экспериментальной медицины. Был открыт 8 (20) декабря 1890 г. как Императорский институт экспериментальной медицины (ИЭМ) и стал первым в России научно-исследовательским медико-биологическим центром. После революции 1917 г. институт получил название Государственного института экспериментальной медицины (ГИЭМ) и вошел в систему Наркомата здравоохранения РСФСР. В 1932 г. ГИЭМ был реорганизован во Всесоюзный институт экспериментальной медицины им.М.Горького при СНК СССР. В 1934 г. переехал в Москву, в 1936 г. ВИЭМ вошел в систему Наркомата здравоохранения СССР. В 1944 г. на базе ВИЭМ была организована Академия медицинских наук СССР, многие отделы ВИЭМ преобразованы в самостоятельные научно-исследовательские медицинские институты.

** Фанни Давидовна Вульф в 1928 г. стала женой А.И.Абрикосова.

и 1932 г. я участвовал в «Неделях советской медицины» за границей, причем в 1927 г. выступал в Берлине с обзорным докладом о работе советских патологоанатомов и патолого-физиологов за 10 лет советской власти (1917—1927), в 1932 г. сделал доклад об открытых мной мышечных опухолях миомах из миобластов. В 1933 г. я возглавлял нашу советскую делегацию в Польше (о своих докладах в Познани и Варшаве я говорил выше). После поездки в Польшу я был избран членом-корреспондентом Польской академии наук. В 1934 г., находясь на лечении в Карлсбаде, я по приглашению чехословацких врачей прочел в Праге доклад «О постановке медицинского образования в СССР». В 1937 г. Афинский университет (Греция) при праздновании 100-летия своего существования избрал меня почетным доктором.

Поездки за границу и участие в съездах показали мне, что у себя в Союзе ССР мы работаем не хуже зарубежных специалистов, что наши научные исследования не только не уступают зарубежным по своему содержанию, но часто имеют более четкое методологическое обоснование и более логические выводы.

Отдельно хочу сказать несколько слов о своей работе по созданию учебников и руководств по патологической анатомии. Еще в 1920 г. возникла очень большая потребность в учебнике по патологической анатомии; «Государственное издательство» поручило мне отредактировать учебник проф. Никифорова, последнее издание которого вышло в 1913 г. Мне пришлось настолько сильно переработать этот учебник, что издательство стало выпускать его как учебник двух авторов: Никифорова и Абрикосова. В таком виде этот учебник, издававшийся в двух частях (общая и частная патологическая анатомия) до 1931 г. выдержал четыре издания. В 1932 г. я написал совершенно новый учебник по общей патологической анатомии; этот учебник переиздается медицинским издательством ежегодно и в 1939 г. вышел седьмым изданием с тиражом 30 тыс. экземпляров. Учебник по частной патологической анатомии был реформирован в смысле преподавания патологической анатомии болезней. В 1933 г. был издан учебник Давыдовского «Патологическая анатомия и патогенез важнейших заболеваний человека», в 1937 г. он вышел вторым изданием. Этот учебник при очень высоких качествах его содержания оказался несколько трудным для студентов третьего курса. Поэтому в конце 1938 г. «Медгизом» мне было предложено написать новый



Абрикосов. Конец 1940-х годов.

учебник по частной патологической анатомии болезней; для этого мне был дан творческий отпуск в три с половиной месяца, в течение которого я и написал тот учебник, который вышел в сентябре 1939 г. под заголовком «Основы частной патологической анатомии». В 1925 г. был выпущен мой учебник «Техника патологоанатомических вскрытий трупов»; в 1935 г. он был переиздан, а в 1939 г. вышел третьим изданием.

Большим пробелом среди медицинских изданий было отсутствие подробного руководства по патологической анатомии, которое содержало бы сведения по литературе, а по характеру изложения могло бы служить в качестве руководства для специалистов и справочника для

врачей. Я решил попытаться восполнить этот пробел и создать по мере сил такое руководство по частной патологической анатомии. Решено было его издать отдельным выпуском. И вот в 1938 г. удалось выпустить 1-й выпуск, посвященный патологической анатомии органов кроветворения и крови. В настоящее время печатается 2-й выпуск, относящийся к патологической анатомии сердца и сосудов (патологическая анатомия сосудов написана акад. Н.Н.Аничковым). С лета я приступил к подготовке 3-го выпуска, излагающего патологическую анатомию органов дыхания. Указанное руководство представляет собой как бы подведение итогов моей 40-летней научной деятельности.

Весьма высокая и лестная для меня оценка всей моей деятельности была сделана в феврале 1939 г. Академией наук СССР, избравшей меня своим действительным членом.

Выше я указывал, что в период 1920—1924 гг. под влиянием работы по реорганизации советской высшей школы постепенно расставался со своей аполитичностью и все более и более в своем мирозерцании воспринимал идеи марксизма-ленинизма. В дальнейшем, работая в деканате и правлении 1-го МГУ, в комиссиях Наркомпроса и НКЗдрава*, в Московском Совете РК и КД и его организациях, я уже принимал активное и деятельное участие в строительстве социализма в нашей стране; одновременно читая произведения Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина, я все более делался сознательным большевиком. И теперь я испытал громадное удовлетворение в том, что в 40-летие своей деятельности и в 65-летие своей жизни я вступаю кандидатом Всесоюзной коммунистической партии (большевиков). ■

* НКЗдрав — Народный комиссариат здравоохранения.

Письма А.И.Абрикосова

1936 год

15 апреля

Дорогая Фанничка!¹

Только приехал. Получил прекрасную отдельную комнату с отдельной застекленной верандой с дверью в парк; перед верандой пальмы, клумбы; вдали море. На веранде кушетка для послеобеденного отдыха, стол, кресло. Персонал любезен до крайности; немедленно по приезде дали мне ванну и предложили по своему вкусу завтрак (до обеда оставалось 1 1/2 часа). Я заказал манную кашу, и через 20 минут (пока сидел в ванной) все было подано мне в комнату. Старушка няня расспросила меня про мои привычки и после разговора сказала, что у моей двери будет стоять термос с кипятком, а ночью в тумбочке будет находиться «ваза». Теперь здесь организована водо-свето-электролечебница, есть врач, и даже перед тем, как получить комнату, все заполняют заготовленную историю болезни. Сейчас здесь живут 15 человек, да сегодня приехало 8. Тишина необыкновенная; боюсь, что после «Барвихи»² будет скучно. Мне сразу здесь так понравилось, что, конечно, никакие «Суук-Су»³ меня не прельщают. Погода хорошая, правда, небо не безоблачно, солнце то светит, то прячется, но тепло; все ходят без пальто, а татарские дети в деревнях бегают голышом. Поезд пришел в Севастополь вовремя, и в Севастополе агент «Гаспры»⁴ усадил меня и Внукову в «ГАЗ» (очень похожий на мой) и через 1 ч 50 мин. мы были уже на месте; мчались здорово. Боли⁵ меня мучили всю дорогу и сегодня утром. Сейчас (1 ч дня) как будто стало полегче. Детям было бы здесь много интересного. Целую их и тебя крепко.

¹ Фанни Давидовна Абрикосова (Вульф) (1895—1965) — вторая жена Алексея Ивановича, мать Марии и Алексея Абрикосовых.



Алексей Иванович Абрикосов.
1930 г.



Фанни Давидовна Абрикосова.
Конец 1940-х годов.

Патологоанатом, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры патологической анатомии 2-го Московского государственного университета (с 1930 г. 1-го Московского медицинского института), заведующая отделением Лечебно-санитарного управления Кремля. В 1951 г. в связи с «делом врачей» была отстранена от работы.

² «Барвиха» — подмосковный санаторий, находившийся в системе Лечебно-санаторного управления Кремля. Организован в 1930 г. по постановлению Правительства СССР для лечения руководящих работников и советской элиты.

³ «Суук-Су» — популярный до революции частный курорт, расположенный на холме между Гурзуфом и горой Аю-Даг. Занимал площадь около 40 га, на которой располагались шесть гостиниц, центральный дворец, водолечебница, молочная ферма. В разные годы в нем отдыхали А.И.Куприн, И.А.Бунин, А.П.Чехов, В.И.Суриков, К.А.Коровин, Ф.И.Шаляпин, Г.Е.Распутин. Посещал его и Николай II. После революции имение, принадлежавшее с 1897 г. действительному статскому советнику, инженеру-строителю железных дорог и мостов В.И.Березину и его гражданской жене О.М.Соловьевой, было национализировано. В 1920 г. открыт санаторий ВЦИК, где отдыхала советская элита. В 1937 г. «Суук-Су» передан в введенье «Артека».

⁴ «Гаспра» — бывшее имение князя Александра Голицына «Александрия», в конце XIX в. принадлежало графине С.В.Паниной. У нее гостили Л.Н.Толстой, И.А.Бунин, А.П.Чехов, М.Горький, Ф.И.Шалапин. В 1922 г. в княжеском дворце, построенном в виде замка в неоготическом стиле, для ученых был открыт Санаторий им.Л.Н.Толстого Центральной комиссии по улучшению быта ученых. На открытии присутствовал нарком здравоохранения РСФСР Н.А.Семашко. С 1922 по 1941 г. в здравнице отдыхали многие выдающиеся ученые и общественные деятели: Г.М.Кржижановский, П.Л.Капица, А.Ф.Иоффе, А.Е.Ферман, А.А.Богомолец, В.Л.Комаров, Н.Н.Семенов, В.С.Вильямс. Ныне санаторий «Ясная поляна».

⁵ Алексей Иванович с 1935 г. страдал невралгией тройничного нерва. Это заболевание периферической нервной системы, основным признаком которого — приступообразная боль в зоне соединения тройничного нерва с центральной нервной системой, что приводит к непроизвольному сокращению мышц лица, в частности жевательных. Интенсивность боли, сравнимая с прохождением электрического тока, может физические и психически выводить человека из строя. Приступы, длящиеся от нескольких секунд до нескольких минут, могут повторяться до 300 раз в сутки. У больных нарушается сон и быстро ухудшается общее состояние, что связано с астенизацией. Даже страх перед предстоящими приступами боли приводит к выраженному нервному расстройству. Заболевание плохо поддается лечению. Абрикосов страдал им более 10 лет.

16 апреля

Дорогая Фанничка!

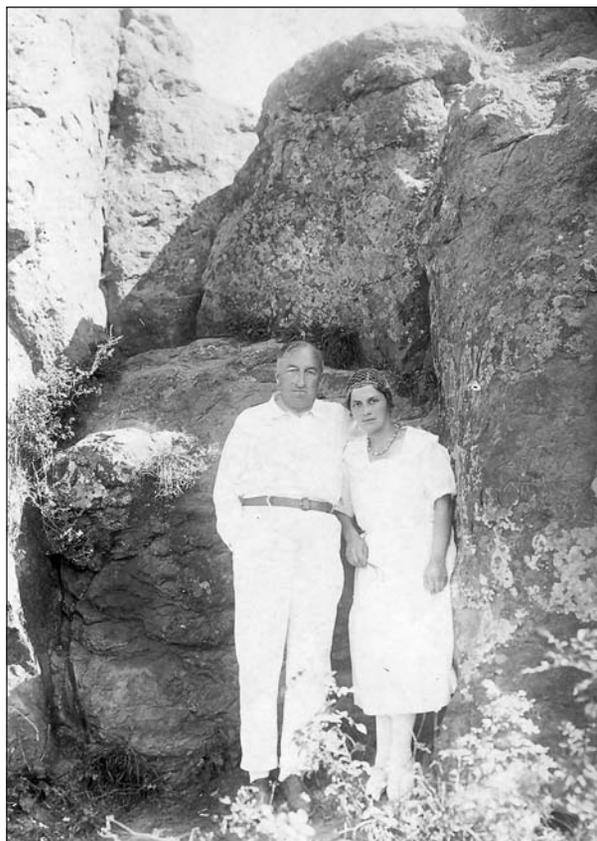
*Как у вас дела? Не забудь: 1) подготовить Алексея¹ удостоверение о прививке оспы; 2) уплатить за электричество. Сегодня был у врача, ведающего здесь медицинской частью (фамилия его Петрик), очень серьезный, знающий и правильно рассуждающий. Его мнение, что я должен как можно больше быть на воздухе, при этом избегать действия прямых солнечных лучей на область *trigemini*², принимать морские ванны, пользоваться диетическим столом. Для ванн меня будут возить на машине в Мисхор (5 минут от «Гаспры») и обратно. Питание наладилось вполне, и два дня показали, что здесь будет не хуже, чем в «Барвихе». Уже фигурируют тертые яблоки и нарезанный салат, на ночь простокваша и тертый чернослив, утром дали тертую редиску со сметаной, за обедом превкусные паровые рыбы котлеты. Вообще здесь очень, очень хороший стол; все очень довольны. А внимание и заботливость выше всяких похвал. Я сомневаюсь, что в «Суук-Су», где много народу, было бы так хорошо в этом смысле.*

Сегодня ААДешин³ показал мне основные места прогулок, здесь есть прекрасные дорожки, без всяких горных подъемов и спусков, например от «Гаспры» до Ливадии (11 км), среди лесистой области и с видом на море. Все это начинает примирять меня с «Гаспррой» и не жалеть о «Суук-Су»; между прочим, сегодня здесь у одного из ученых был гость из «Суук-Су». Он говорит, что там действительно очень хороший пляж у моря, но зато

кругом голое и безотрадное место, кроме маленького садика, никакой растительности нет. Он высказывался, что для настоящего времени, когда морем и пляжем не пользуются, «Гаспра» гораздо приятней, чем «Суук-Су». Здесь действительно масса кипарисов, тополей, цветущих фруктовых и др. деревьев, в общем, много очень красивых мест. Так что на сегодняшний день мой нигилизм, сквозивший в письме, посланном сегодня утром, спал, и я начинаю быть довольным, тем более что и моя невралгия сегодня значительно спокойнее, так что о «Суук-Су» не хлопочи.

¹ Алексей Алексеевич Абрикосов (1928 г. р.) — сын Алексея Ивановича и Фанни Давидовны. Выдающийся физик-теоретик. Был самым молодым из учеников Л.Д.Ландау, сдавших его «теоретический минимум», состоящий из 11 экзаменов. Академик АН СССР (1987) — РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий. С 1991 г. работает в США, в Аргонской национальной физической лаборатории, где руководит группой по изучению физики конденсированного состояния. С 1999 г. гражданин США. В 2003 г. совместно с В.Л.Гинзбургом и Э.Леггетом получил Нобелевскую премию по физике за «основополагающие работы по теории сверхпроводников и сверхтекучих жидкостей». Член Национальной академии наук США, Лондонского королевского общества, Американской академии наук и искусств.

² *Trigemini* (лат.) — область тройничного нерва, *trigeminus* — тройничный нерв.



Среди скал. 1930-е годы.

³ Александр Александрович Дешин (1869—1945) — анатом, ученик Д.Н.Зернова, доктор медицины, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. С 1908 г. преподаватель кафедры нормальной анатомии медицинского факультета Московских высших женских курсов. В 1917—1945 гг. — заведующий кафедрой нормальной анатомии Московских высших женских курсов (2-го МГУ, ныне РГМУ), где с 1918 по 1924 г. Абрикосов заведовал кафедрой патологической анатомии и входил в состав правления факультета. С начала 1942-го по 1943 г. заведовал кафедрой анатомии Объединенного медицинского института в Москве. Один из ведущих отечественных анатомов 1920-х — начала 1940-х годов, автор исследований, посвященных различным проблемам анатомии. Изучал анатомию проводящих путей спинного и головного мозга. Усовершенствовал методику тонкого макроскопического препарирования, способствовавшую дальнейшим исследованиям строения мозга. Наряду с другими известными врачами присутствовал на вскрытии тела В.И.Ленина, которое производил Абрикосов. Был привлечен, как и Абрикосов, к работе по изучению мозга Ленина.

18 апреля

Почтовая открытка

Дорогая Фанничка!

Сегодня (18 апреля) в автобусе КСУ¹ ездили экскурсией в 14 человек в так наз[ываемый] Никитский сад (ботанический). Нагляделись всяких чудес. Очень удачно, что погода снова изменилась в благоприятную сторону: ветер почти стих, солнце, тепло. По-видимому, вчерашний холод, о котором я писал детям, был случайным. Начал играть в теннис; жаль, что не взял туфель. Играть не больше двух сетов. Жду писем.

¹ КСУ — Комиссия содействия ученым при СНК СССР. В 1931 г. Центральная комиссия по улучшению быта ученых (Цекубу) была преобразована в КСУ, которая проработала до 1937 г.



Алексей Иванович на отдыхе. 1930-е годы.

19 апреля

Дорогая Фанничка!

Сегодня с утра идет теплый весенний дождичек. Это меня не смутило, и я, надев пальто, пошел в Алупку. Получилась прекрасная прогулка в 3 1/2 часа. В Алупке посидел под крышей у моря, съел купленную в киоске плитку шоколада. Однако в пальто было очень жарко. И я вернулся мокрый внутри и снаружи, т.е. от дождя и от того, что упрел колоссально. Интересно, что в течение всей прогулки не было болей. Вообще, теперь я ем еще свободней, могу жевать нетвердые вещи, но иногда без всяких поводов пронизывает острая боль с несомненной мышечной судорогой. Например, сегодня утром я прогуливался перед завтраком, и вдруг ни с того ни с сего острая боль, и одновременно челюсть дернулась вправо, а потом весь день прошел очень спокойно с редкими и несильными болями. И все-таки, мне кажется, дело улучшается, хотя и не гладко.

Еще боюсь, что я здесь потолстею. Кормят так обильно и все такими вкусными вещами, что удержаться невозможно. Особенно по утрам. Обычно за утренним завтраком на столе стоят масло — гора, икра, колбаса, сыр, а потом еще дают два горячих блюда; например, вчера омлет с ветчиной и вареники с творогом в сметане, сегодня кулебяка (слоеная!) с рисом и яйцами и паюсной икрой, а потом пудинг с [неразборчиво]; обед из трех блюд, ужин из трех блюд, на ночь простоквашу и чернослив. Все крайне разнообразно и вкусно. Очень вкусные рыбные блюда, как [неразборчиво] из судака; суфле из судака, судак по-польски, осетрина и пр. Повторяю, с «Узким»¹ и сравнить нельзя, настолько здесь лучше кормят (обязательно к обеду и ужину салат со свежими огурцами). Вчера еще приехали люди. Теперь здесь всего 43 человека. Все незнакомые и неинтересные дяди и тети. Я по-прежнему один в комнате (по словам директора — по распоряжению из Москвы) и вообще провожу время преимущественно в одиночестве. Вероятно, в «Суук-Су» мне было бы хуже: народ чужой и разнородный, шумно и т.д. А море все равно использовать нельзя. Здесь по крайней мере крайне красивые места с богатой растительностью (по моим снимкам увидите), а там, говорят, голо, уныло. Сегодня второй раз брал соляную ванну. Вчера послал открытку с просьбой справиться у Черкасова об обратном билете. Завтра опять пошлю детям фотографии и цветы. Посылаю детеныша

ливанского кедра возрастом в 20 дней (из питомника Никитского сада).

Целую. ААбрикосов

¹ «Узкое» — подмосковный санаторий, расположенный в бывшей усадьбе князей Трубецких. В 1922—1937 гг. находился в ведении Цекубу, а затем КСУ. В 1937—1991 гг. принадлежал АН СССР, с 1992 г. — РАН. За годы существования санатория в нем перебивали практически все крупные ученые и деятели культуры и искусства страны. По условиям проживания и медицинского обслуживания в 1930—1950 гг. значительно уступал санаторию «Барвиха». В 1947 г. Абрикосов, обращаясь в комиссию по приему в клинический санаторий «Барвиха», указывал, что он не может получить в «Узком» необходимого лечения, а отсутствие теплой воды как в номерах, так и в общей умывальне, делает его пребывание там в зимнее время из-за имеющейся у него невралгии тройничного нерва «крайне тяжелым, если не невозможным».

20 апреля

Дорогие детки, Алеша и Маша!¹

Напишите мне письмо сами, а то я по вам соскучился.

У нас сегодня ветер сильный, как ураган, а на море буря; стало опять прохладно; у меня в доме затопили печи. Но я не унываю; утром два часа гулял, а к вечеру играл в теннис. Скажите маме, что во время прогулки и игры в теннис мои боли совсем пропадают, значит это полезно. Сегодня получил мамино письмо; был очень рад, даже подпрыгнул от радости до неба. Забыл вам рассказать, что сегодня во время прогулки ветром сорвало у меня с носа очки; я их искал, искал, наконец нашел, надел на нос, вдруг опять ветер как дунет, опять очки слетели, опять искал, наконец нашел. После этого я уже их на нос не надел, а положил в карман. Хорошо, что не разбились.

Посылаю вам карточки и цветочки. Крепко, крепко вас целую. Жду ответа. Папа

¹ Марья Алексеевна Абрикосова (1929—1998) — дочь Алексея Ивановича и Фанни Давидовны. Физиолог, кандидат биологических наук. Работала в области клинической физиологии, а также физиологии спорта.

23 апреля

Дорогая Фанничка!

Сегодня третий день как не имею от тебя известий; неужели трудно написать два слова на открытке?

Я со своей стороны, хотел тебе рассказать о возможности устройства здесь с детьми. Оказывается, всего проще найти помещение в Ялте, причем можно получить питание и лечение в Курортном управлении (для научных работников и ИТР¹ — 360 рублей в месяц с человека). Помещение снимается у частных лиц. Но Ялта это город, и вряд ли это подходит.

Вторая возможность — это снять помещение у татар в Кореизе или Мисхоре. Они сдают ком-



С Алешей и Машей. Середина 1930-х годов.

наты за плату 60—80 р. в месяц. Питание самостоятельное (керосинка, покупка провизии в г.Ялта, куда едут на автобусе и т.д.). Эти помещения (есть даже и дачи в виде сарайчиков) еще дальше — во всяком случае не ближе — от моря, чем «Гаспра». Это, по-моему, мало подходит, даже если получать питание в «Гаспре» (поговаривают, что тайком это можно): надо везти с собой чуть ли не постели и хозяйств[енные] принадлежности. Наконец, на днях я встретил Синельникова — директора поликлиники в Мисхоре. Мисхор — это лучшее место на Южном берегу Крыма, хотя пляж там неважный; там целый ряд домиков довольно близко от моря, которые играют в совокупности роль общежития для лечащихся по путевкам «Крымкурорта». Д-р Синельников (мой бывший ученик, кончил курс вместе с Иваном Алексеевичем², говорит, что мог бы заблаговременно забронировать для меня с семьей две комнаты и устроить так, чтобы мы были довольно изолированы (дети допускаются); питание и все виды лечения входят в путевку. «Мисхор» открывается лишь 3 мая, и на май все места уже заняты, так что можно думать только об июне. Боюсь, что в этом году вряд ли что-то выйдет, но на будущее время это, по-видимому, очень подошло бы. Напиши твое мнение по этому поводу, а если бы ты вдохновилась ехать с детьми на июнь в «Мисхор», немедленно дай теле-

грамму. Сегодня первый день тепло и безоблачное небо; к вечеру стало прохладно.

Пиши почаще. Целуй детей, шлю цветочки.
Твой ААбрикосов

¹ ИТР — инженерно-технический работник.

² Речь идет, скорее всего, об Иване Алексеевиче Абрикосове (1903—1958) — старшем сыне Абрикосова от первого брака — с художницей Т.В.Войткевич (1879—?). Врач-физиотерапевт, доктор медицинских наук, работал в Государственном институте физиотерапии.

26 апреля

Дорогая Фанничка!

Сегодня утром пасмурно, по временам накрапывает дождь, но очень тепло. После утреннего завтрака я поиграл на бильярде, а в 11 ч с группой «молодежи» поехал к морю; там мы около часа сидели на берегу и бросали камни в воду, кто дальше (серьезное занятие); потом часть уехала, а я с двумя юными физиками отправился в Мисхор (вдоль берега): оказалось, что в Мисхоре открылся ряд ларьков со всякой дрянью, вроде как в Мариенбаде, — вдоль дорожки. Я себе купил три пары очень приличных носков одноцветных, темно-серых (2 руб. 58 коп. пара). Это очень кстати, т.к. здесь очень скоро носки продырявливаются, а штопать некому. [Пока я] гулял по этим ларькам, мне пришла мысль в голову, не купить ли что-нибудь детям? Есть вязаные пестрые туфельки с кисточкой (4 руб. 50 коп.), ожерелья из ракушек, всякие коробочки, обклеенные ракушками, брошки (довольно дрянные), какие-то китайские или японские фигурки в шелку, вешать на стену (6 руб. 50 коп.) и т.д. Напиши, пожалуйста, что могло бы пригодиться. Я думаю, надо что-нибудь привезти, хотя бы и дрянь.

Сегодня у меня более спокойный день в смысле болей. За утренним завтраком пробовал есть редиску в натуральном виде: прошло благополучно, хотя в начале завтрака ел тертую, и два раза дернуло. Вообще теперь при жевании боли не возникают обязательно как раньше; они стали ка-

кими-то независимыми; поэтому я начинаю кое-что жевать; например, вчера утром и днем при Хорошко¹ боли были частые, а вечером за ужином я ел ветчину с горошком, правда, мелко нарезанную, без всяких болей. Я очень надеюсь, что к 14 мая боли совершенно пройдут, а если не пройдут, что делать. Мне кажется, что теперь уже нет опасности рецидива или обострения и где бы я ни находился и что бы ни делал, они будут постепенно затихать и исчезнут; вопрос в том только, когда это произойдет: здесь, в Крыму, или в Москве. Исходя из этих мыслей, я думаю, что по возвращении я могу приступить к работе, не боясь испортить дела.

Впрочем до той поры еще 20 дней; поживем — увидим; а на всякий случай спроси об этом мнение М.Ю.Рапопорта² и М.Кроля³. С Хорошко об этом говорить не стоит, он только мямлит. Впрочем, и другие ничего не понимают в болезнях, выражающихся лишь в субъективных симптомах при «блестящем внешнем виде».

Вчера вечером было звуковое кино «Борьба за хлеб». Завтра напишу детям.

Целую крепко. А. Абрикосов

¹ Василий Константинович Хорошко (1881—1949) — врач-невропатолог, академик АМН СССР (1943), заслуженный деятель науки РСФСР. С 1920 г. заведующий Неврологической клиникой Государственного института физиотерапии. С 1929 г. научный руководитель научно-исследовательской лаборатории экспериментальной медицины и клиники нервных болезней 1-го Московского медицинского института. Один из пионеров разработки физиотерапевтических методов лечения нервных болезней.

² Михаил Юльевич Рапопорт (1891—1967) — врач-невропатолог, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. С 1928 г. консультант-невропатолог Лечебно-санитарного управления Кремля. В 1941—1945 гг. главный невропатолог в нейрохирургических госпиталях. В 1935—1952 гг. заместитель директора по научной работе в Институте нейрохирургии им.Н.Н.Бурденко. В 1957—1967 гг. консультант-невропатолог 4-го Главного управления Минздрава СССР.

³ Михаил Борисович Кроль (1879—1939) — невропатолог, академик АН БССР (1931), член-корреспондент АН СССР (1939). Окончил медицинский факультет Московского университета. Заведующий кафедрой нервных болезней 2-го Московского медицинского института, а также Клиникой нервных болезней Всесоюзного института экспериментальной медицины и его клиническим сектором (1932—1934). Главный врач Кремлевской больницы (1934—1938). Один из лечащих врачей В.И.Ленина (1923—1924). Абрикосов одновременно с Кролем работал во Всесоюзном институте экспериментальной медицины и заведовал там морфологическим отделом.

27 апреля

Дорогие мои детки, Алеша и Маша.

Что это вы мне не пишете письма, я очень жду!!! У нас здесь опять пасмурно и прохладно; за 12 дней было только 3 дня солнца. И как за эти 3 дня все изменилось: деревья стали зелеными, все



Конверт письма из «Гаспры» от 26 апреля.

зацвело — распустились всякие цветочки: сирень, глициния, мак, розы, фруктовые деревья, иудины деревья, цветы которых растут прямо на стволе и ветвях, и многие другие, душистые и без особого запаха, названий которых я не знаю. Когда я гулял, всюду из-под камней вылезли веселые ящерицы, зеленые и серенькие, с удивлением глядели на меня и хихикали. Вечером к самому нашему дому пришел колючий еж, которого тут же поймали, завернув в полотенце. При этом он шипел: *пиш, пиш, пиш*. А как-то днем в коридоре увидели ползущую ядовитую сколопендру — вот такую [рисунок], ее убили, а один из здесь живущих дядей посадил ее в банку со спиртом.

Когда снова стало прохладно, все эти симпатичные существа снова попрятались; только цветочки и деревья продолжают распускаться и цвести; поэтому здесь и в пасмурную погоду очень красиво и душисто; конечно, если бы светило солнышко, было бы еще лучше.

Вашего папу нигде не могут оставить в покое: вчера приехали из Ялты (это такой город) дяди доктора и целый час уговаривали, чтобы папа сегодня поехал в Ялту и прочел 300 врачам, съехавшимся со всего Крыма, лекцию о туберкулезе. Папа по совету лечащего его доктора уклонился; а то вдруг от лекции бы усилились боли, и весь Крым пошел бы насмарку. Правда? Посылаю вам: 1) только что распустившиеся листочки деревьев, 2) цветочки сирени, 3) цветочки иудиного дерева, растущие прямо из ствола, 4) лепестки мака.

Целую вас крепко.

Только что принесли письма, ваше и мамино; пишите еще. Спасибо за цветочки.

28 апреля

Дорогая Фанничка!

Сегодня погода нас порадовала: тепло, солнце. Правда, днем опять все небо заволкло тучами. Но на короткое время; сейчас (7 ч вечера) небо безоблачное, очень тепло. Хорошо бы, если бы так продолжалось. Мои боли значительно меньше; ясно чувствуется влияние погоды.

Утром поехали экскурсией в Масандру; там осматривали подвалы, а потом сидели в специальной комнате, где вся мебель сделана из винных бочек, и там, в специальных фужерах, дали пробовать 5 сортов вина. Белое, красное, красный портвейн, токай, мускат. После этого мы все расписались в книге почетных посетителей. Я боюсь сенсibilизирующего действия вина и все свои порции отдавал соседу — молодому человеку, любителю выпить; только мускат меня соблазнил своим ароматом. Надо будет его привезти в Москву. После обеда отдохнул и сейчас сыграл 2 сета в теннис. Сегодня хожу в летнем костюме и в туфлях с дырочками. По-прежнему все здесь в восторге от кухни. Сегодня к утреннему завтраку дали такой замечательный курник (тон-



Алеша и Маша Абрикосовы. 1930-е годы.

кий пирог из слоеного теста с куриным мясом), что все гудели от одобрения; а за обедом был замечательный судак-кольбер с белым соусом. Я давно не ел таких вкусных вещей, как здесь. Только бы не потолстеть! Два дня назад меня вновь осматривал доктор Петрик. Я прибавил в весе на 300 г, но это связано с дурной погодой и неподвижностью. Кровяное давление сегодня опустилось на 10 мм. Как будто все благополучно. Одновременно посылаю детям открытку, изображающую Ялту. Варя¹, бабушке², Иоганне Карловне³, Фене⁴ — поклон.

А.Абрикосов

¹ Варя — Варвара Николаевна Топарская, ближайшая подруга Ф.Д.Абрикосовой. Кандидат медицинских наук, доцент кафедры клинической лабораторной диагностики Центрального института усовершенствования врачей. Была практически членом семьи Абрикосова. Алексей Иванович относился к ней с большим уважением.

² Бабушка — Розалия Львовна Вульф, мать Ф.Д.Абрикосовой, фармацевт.

³ Иоганна Карловна — бонна Алеша и Маши, детей Абрикосова. Долгое время жила в семье Абрикосовых. Была депортирована из Москвы как этническая немка.

⁴ Феня — вероятней всего, домашняя работница в семье Абрикосова.

1 мая

Дорогая, милая Фанничка!

Поздравляю тебя, детей и весь наш квартирный коллектив с праздником. Вчера у нас здесь было торжественное собрание всех служащих и отдыхающих, на котором мне пришлось председательствовать, и потом было звуковое кино

«Совершеннолетие». К сожалению, погода стала еще хуже: третий день стоит, как на море, так и у нас и выше в горах, сырой пронизывающий туман, такой густой, что в пяти шагах ничего не видно. Масса тумана подвижная, все время в движении, как бы клубится; живем в каком-то сыром облаке. Несмотря на это, сегодня по шоссе разбегаются разукрашенные грузовики с рабочими, кричащими «Ура!» или поющими песни. Настроение у меня скверное, частично из-за погоды, частично оттого, что твое письмо (заказное с мыслями о Крыме) лишило меня спокойствия. Хочется сделать получше, чтобы дать тебе и детям возможность побывать в Крыму, а с другой стороны — масса мучительных сомнений.

1) Прежде всего я никак не могу переварить мысль, что я еще 1 1/2 месяца после намеченного срока (15 мая) должен буду быть оторванным от всякой работы. Даже если я не приступлю к обычной деятельности, то ведь писать руководство я вполне могу (даже мог бы и теперь), а здесь это совершенно невозможно. Или тогда надо отказаться от этого дела! Твое предположение о пользе для меня прогревания вряд ли верно. В ясную погоду я чувствую себя, конечно, лучше, чем в туманную, однако не думаю, что жара, бывающая здесь в июне, будет для меня полезна.

2) Вряд ли эта поездка будет для тебя хорошим отдыхом. В Мисхоре мы будем жить в условиях, не приспособленных для детей, и на тебя выпадет немало забот, чтобы наладить жизнь и питание, необходимое для детей, тем более в общежитии Мисхора все это, кажется, довольно примитивно.

3) Полезна ли будет предполагаемая поездка в Крым для детей. Приходится слышать немало сомнений в этом. Говорят, что дети до 12-летнего возраста, как правило, в Крыму худеют, плохо спят и т.д. Я вспоминаю, что мои Ваня и Андрюша¹ в 1912 г. так похудели (и загорели), что мы их называли «индейскими дикарями». Мне кажется, что главным двигателем в наших мыслях о совместной поездке в Крым является желание доставить удовольствие детям, особенно Алеше. Но нужно ли с этим спешить? Не благоразумнее ли подождать и своевременно принять меры к устройству, например, в Форосе. С Алешиной школой всегда можно будет согласовать, особенно если он будет «успевать».

Все, что я сейчас пишу, противоречит моему предложению: ехать тебе с детьми в июне. Должен тебе сказать, что это было с моей стороны несерьезное предложение; я не мыслил его как нечто реальное, но думал, что какая-нибудь задержка с дачей² и возможность пригласить с собой Варю, бабушку или Иоганну Карловну сделает это возможным. Конечно, я предпочел бы быть сам с вами.

Все, что я изложил выше, как раз представляет собой те отрицательные сомнения, которые

меня мучают, а с другой стороны появляются сомнения и обратного типа: а вдруг я не буду в состоянии работать в Москве? А может быть, здесь, в Мисхоре, можно недурно устроиться, и все плохие стороны июньского Мисхора — преувеличения? Все эти противоречивые мысли меня очень мучают. Вчера я опять побежал в Мисхор; Синельникова не застал и говорил с его помощницей; она думает, что сам Синельников (директор поликлиники, а не курорта) ничего не может сделать и что мне нужно ехать в Ялту в ВОК³ и там говорить с тов. Грозовым или д-ром Лебедевым. Она, между прочим, думает, что я могу добиться разрешение жить с тобой и детьми, но не уверена, что детям будет вполне хорошо. «Конечно, Вам придется кое-что прикупать, напр. молоко, масло», — говорит она. Я после праздников все-таки поеду в Ялту и условно что-нибудь устрою; 17 мая я вернусь в Москву, и мы все обсудим, взвесим и решим.

В своем письме ты пишешь о моей подозрительности к мнению других о моей болезни, но я же прав в том смысле, что очень многие, наблюдая мой «блестящий вид», оживление, выносливость при прогулках, думают, что я не столько страдаю от болезней, сколько боюсь их возврата, что я стал своего рода невропатом. Гуревич⁴ был, по-видимому, инспирирован в этом смысле Вайлем⁵ и подбадривал меня словами: «Надо начинать работать». Может, он, в конце концов, прав? Мне лично страшно набело болтание без дела, и страшно тянет приступить к работе.

Твоя мысль, что мне только кажется, что мои боли уменьшаются, тоже неправильна: они на самом деле становятся все меньше и меньше, и это несмотря на погоду; например, последние 4 дня я уже не чувствую никаких болей при чистке зубов и полоскании рта. При жевании даже весьма твердых вещей — лишь небольшие боли, а то их и вовсе нет (сегодня, напр., грыз конфеты «грильяж», фигурировавшие при чае); все это заставляет меня думать, что нервит постепенно и неуклонно ликвидируется, и даже дурная, сырая погода не нарушит этого процесса ликвидации; мне кажется, что даже если я вернусь в Москву с остатками болей, они через некоторое время исчезнут, несмотря на [неразборчиво].

Очень прошу тебя позвонить ЯЛ.Рапопорту⁶... и попросить его выслать проф. Ф.М.Брикеру⁷... его статью, предназначенную в сборник в честь И.П.Павлова и, кажется, попавию к нам в журнал.

Начинаю страшно скучать по тебе и детям; мечтаю о дне возвращения в Москву. Целую всех крепко.

ААбрикосов

¹ Ваня и Андрюша — сыновья Абрикосова от первого брака. Младший, Андрей, умер юношей в 1918(?) г. от заражения крови.

² Имеется в виду дача в кооперативе «Научные работники», расположенная близ станции «42-й километр» Казанской желез-

ной дороги. Кооператив был организован в начале 1930-х годов, в нем жила значительная часть московской интеллигенции того времени, в частности такие известные врачи, как М.С.Восси, Б.Б.Коган, Н.А.Шершевский, Я.Л.Рапопорт, Н.Б.Фрумкина. Многие из них стали фигурантами «дела врачей».

³ ВОК — Всероссийское объединение курортов в составе Наркомздрава РСФСР, образованное в соответствии с постановлением СНК СССР от 7 июля 1932 г. В июле 1936 г., после образования Наркомздрава СССР, вошло в его состав под названием «Всероссийское объединение курортов». Было упразднено согласно Постановлению СНК от 3 октября 1938 г., вместо него образовано Управление курортов и санаториев Наркомздрава СССР.

⁴ Михаил Осипович Гуревич (1878—1953) — психиатр, ученик В.П.Сербского, академик АМН СССР (1944).

⁵ Соломон Самуилович Вайль (1898—1979) — патологоанатом, ученик Абрикосова, доктор медицины, профессор, полковник медицинской службы. В 1922—1930 гг. — аспирант, ассистент, приват-доцент кафедры патологической анатомии 1-го МГУ, которой заведовал Абрикосов. С 1931 по 1939 г. заведующий кафедрой патологической анатомии 2-го Ленинградского медицинского института. Одновременно заведовал кафедрой патологической анатомии 3-го Ленинградского медицинского института (1932—1940) и был главным патологоанатомом Ленгорздравотдела. С 1940 по 1956 г. начальник кафедры патологической анатомии Военно-морской медицинской академии и одновременно главный патологоанатом Военно-морского флота. В 1956—1960 гг. профессор кафедры патологической анатомии Военно-медицинской академии. Продолжатель школы Абрикосова, внес вклад в организацию патологоанатомической службы в СССР, принимал активное участие в подготовке документов, регламентирующих ее роль и место в системе здравоохранения, принципы сличения клинического и анатомических диагнозов.

⁶ Яков Львович Рапопорт (1898—1996) — врач патологоанатом, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. С 1922 по 1942 г. работал во 2-м Московском медицинском институте. С 1938 г. профессор кафедры патологической анатомии. Был заместителем директора института по научной и учебной части и деканом педиатрического факультета. В 1939 г. организовал филиал кафедры патологической анатомии на базе 1-й Градской больницы. В 1942—1945 гг. — главный патолог Карельского, затем 3-го Прибалтийского фронта. Старший научный сотрудник лаборатории патологической анатомии в Институте нормальной и патологической морфологии АМН СССР (директором которого с 1944 по 1951 г. был Абрикосов), в 1945—1951 г. — заместитель директора. Одновременно возглавлял гистологическую лабораторию в Государственном научно-исследовательском институте стандартизации и контроля медицинских и биологических препаратов им.Л.А.Тарасевича. Один из главных фигурантов «дела врачей» (два месяца провел в Лефортовской тюрьме, освобожден после смерти Сталина). В 1958—1978 гг. работал в Институте грудной хирургии АМН СССР заведующим лабораторией патоморфологии. Коллега и хороший знакомый Абрикосова и его семьи.

⁷ Федор Матвеевич Брикер (1895—1942) — врач-патофизиолог, доктор медицинских наук. С 1928 г. заведующий кафедрой патологической физиологии Днепропетровского медицинского института, а с 1941 г. — Ворошиловского медицинского института. Погиб в 1942 г. во время оккупации.

2 мая

Фанничка!

Если решишь ехать (см. одновременно посылаемое письмо), билет заказывай в международный второй категории (четырёхместное купе). В первой категории (двухместное купе) можно оказаться вдвоем с каким-нибудь предприимчивым дядей! Или придется устраивать какую-нибудь мену уже после отхода поезда.

ААбрикосов

3 мая

Дорогие мои детки, Алеша и Маша.

Одно ваше письмо я получил, а второго еще нет; очень жду, так как очень по вам соскучился. После трех туманных дней сегодня у нас хорошая погода; днем было даже жарко.

Вместе с академиком Фрумкиным и его женой мы ходили гулять в горы и видели всякие чудеса: на одной поляне нашли массу грибов маслят (это в мае!); потом я нашел очень красивый цветок; оказалось это дикая орхидея.

Наконец мы наткнулись на змею, и я убил ее своей тростью. Еще забыл сказать, что в лесу в горах сейчас цветут дикие пионы; к сожалению, они очень большие, и их я не могу послать в письмо.

Отпустите маму ко мне; она привезет меня домой.

Посылаю: 1) цветочки сирени; один из них — «счастье» (с 5 лепестками), 2) цветочек яблони, 3) цветочек орхидеи, 4) разные листики (один колючий!).

Целую вас крепко!

Папа.

[Надпись в уголке письма:] *Скорлупка от птичьего яичка.*

Дорогая Фанничка!

Вчера я послал тебе письмо с приглашением приехать ко мне (без всякой путевки, просто взять билет, сесть в поезд); уедем вместе. Решишь на этот экспромт, было бы очень хорошо; ты бы развлекалась и отдохнула. Если поедешь (я очень рассчитываю), возьми паспорт и 300—400 руб. денег. Телеграфируй. Целую крепко.

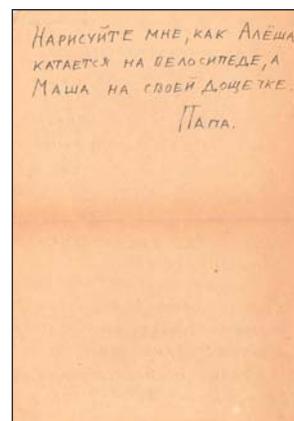
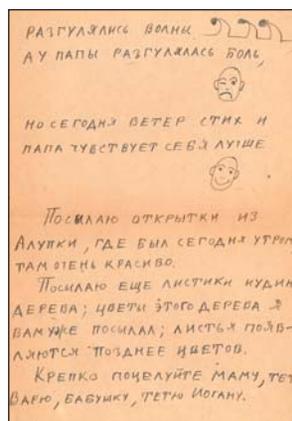
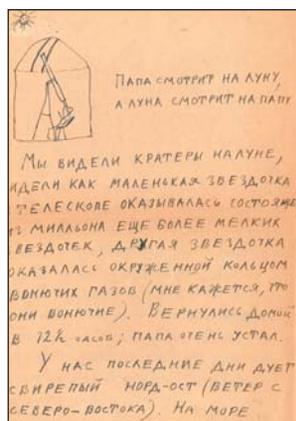
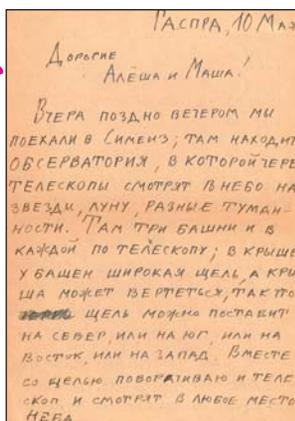
ААбрикосов

10 мая

Дорогие Алеша и Маша!

Вчера поздно вечером мы поехали в Симеиз; там находится обсерватория, в которой четыре телескопа смотрят в небо на звезды, Луну, разные туманности. Там три башни, и в каждой по телескопу; в крыше у башен широкая щель, а крыша может вращаться, так что щель можно поставить на север, или юг, или восток, или запад. Вместе со щелью поворачивают и телескоп и смотрят в любое место неба.

[Рисунок] [Подпись:] *Папа смотрит на Луну, а Луна смотрит на папу.*



Письмо детям от 10 мая.

Мы видели кратеры луны, видели, как маленькая звездочка в телескопе оказывалась состоящей из миллиона еще более мелких звездочек, другая звездочка оказывалась окруженной кольцом вонючих газов (мне кажется, что вонючие). Вернулись домой в 12 1/2 часов; папа очень устал.

У нас последние дни дует свирепый норд-ост (ветер с северо-востока). На море разгулялись волны (рисунок), а у папы разгулялась боль [рисунок плачущей рожицы]. Но сегодня ветер стих, и папа чувствует себя лучше [рисунок улыбающейся рожицы].

Посылаю открытку из Алушки, где был сегодня утром; там очень красиво. Посылаю еще листики уудиного дерева, цветы этого дерева я вам уже посылал; листья появляются позднее цветов. Крепко поцелуйте маму, бабушку, тетю Иоганну. Нарисуйте мне, как Алеша катается на велосипеде, а Маша на своей дощечке.

Папа

11 мая

Дорогая Фанничка.

Сегодня утром отправил детям письмо, в котором сообщил все новости. Главное это то, что после обострения, наблюдавшегося у меня 8 и 9 мая, 10-го стало легче, а сегодня, 11-го, я «вернулся в исходное положение», т.е. в то состояние, в котором был до 8 мая. И это несмотря на то, что ветер (норд-ост), который вчера было зачих, сегодня опять дует с прежней силой.

Вчера с Фрумкиным¹ ходил в Алушку, осматривал дворец, музей, гуляли в чудесном парке. Все время думаю о том, как ты приедешь, и я буду показывать тебе все эти красоты. Фрумкин сегодня уехал в Москву.

Сегодня я утром сыграл 2 сета в теннис, а потом писал письма Герценбергу², Райнбергу³ и Вайлю, в 11 1/2 ч поехал на морскую ванну.

Вообще жизнь идет последнее время довольно монотонно.

Как-то вечером Вера Инбер⁴ читала свои стихи, а вчера то же делал Сельвинский⁵. Я предпочел играть на бильярде. Почти каждый вечер танцуют фокстрот и другие современные танцы, причем приходят специальные таперы — учитель и учительница (молоденькая и танцует очень хорошо), но и к этому делу я не чувствую никакого влечения и тоже предпочитаю бильярд или свою комнату.

Приедешь — все увидишь.

Я задумываюсь над тем, что, если ты приедешь больше чем на 5 дней, может быть, тебя надо провести через КСУ. Хотя доктор говорит, что это неважно. Но если понадобится бы, дай телеграмму, а я телеграфирую в КСУ (телеграмма Москва—Кореиз идет 1 1/2—2 ч). На основании того, что я живу здесь, мне кажется, можно обойтись без КСУ.

Крепко тебя целую. Жду с нетерпением.

ААбрикосов

Имей в виду, что с 16 мая из Москвы в Севастополь будут ходить 3 скорых поезда, и ты в извещении о приезде должна будешь указать, с каким поездом приедешь (№ поезда), а то я могу с тобой в Севастополе разминуться. (Правда, если я не встречу, можешь взять в Севастополе такси или ехать в автобусе до Кореиза.)

¹ Александр Наумович Фрумкин (1895—1976) — физикохимик, академик АН СССР (1932), Герой Социалистического Труда. Основатель школы электрохимической кинетики, один из основателей современного учения об электрохимических процессах, создатель советской электрохимической научной школы.

² Елена Яковлевна Герценберг (1886—1961) — врач патологоанатом, профессор, ученица Абрикосова. Сотрудник кафедры патологической анатомии 1-го МГУ, заведующим которой был Абрикосов. Соседка по дачному кооперативу «Научные работники».

³ Самуил Аронович Рейнберг (1897—1966) — рентгенолог, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. Организатор первой в мире кафедры детской рентгенологии в Ленинградском педиатрическом медицинском институте (1927). С 1930 г. заведующий кафедрой рентгенологии Ленинградского государст-

венного института усовершенствования врачей. С 1943 г. заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии Центрального института усовершенствования врачей и одновременно директор Центрального научно-исследовательского института рентгенологии и радиологии в Москве (1943—1951). Участник советского атомного проекта. Хороший знакомый семьи Абрикосова и с 1948 г. сосед по дому.

⁴ Вера Михайловна Инбер (1890—1972) — поэтесса и прозаик. Была знакома с Абрикосовым. В 1931 г. они вместе отдыхали в Кисловодске, и Инбер посвятила Алексею Ивановичу шуточные стихи.

⁵ Илья Львович Сельвинский (1899—1968) — писатель, поэт и драматург. Знакомство, по-видимому, также по совместному отдыху.

13 мая

Дорогая Фанничка!

Вчера послал тебе открытку, что ты сюда можешь приехать без всяких разговоров с КСУ и жить можешь без ведома КСУ 15—20 дней. Одно время, в связи с большим наплывом отдыхающих, здесь говорили, что без КСУ они пребывать более 5—7 дней разрешить не могут, а вчера мне доктор в откровенной беседе сказал, что раз дело идет о помещении в мою комнату на имеющуюся койку, то они даже рады, когда такое лицо живет подольше, например 10—15 дней, по-видимому, так как деньги платятся непосредственно им, а не КСУ, и как сверхсметные, и это бывает очень приятно и удобно для всяких оборотов — это мне предложение.

Так что с твоим приездом все здесь обстоит благополучно.

Надеюсь, что скоро получу от тебя более точные данные о выезде.

О даче мне пришла в голову мысль: во-первых, о керосине — приняла ли ты меры к организации запаса? Во-вторых, о приведении в порядок нашего участка; ведь следовало бы там удалить пни, засыпать ямы, придать некоторую красоту. Наверно, за деньги все это можно сделать.

Для детей тюбетейки и пр. покупать подожду до твоего приезда; как-нибудь мы с тобой съездим в Ялту и там посмотрим. Денег тебе придется взять с собой около 500 руб., т.к. за разезды на авто здесь будет порядочно; кроме того, придется платить суточные. Если не хочешь деньги тащить с собой, можешь за 2 [дня] отъезда перевести их почтой в Кореиз — «Гаспру» на себя или на меня (кроме тех, которые я просил послать мне).

Погода здесь так и не может наладиться; ветер все время дует сильный и портит удовольствие от солнечных дней, а вчера и сегодня кроме ветра стало пасмурно, и солнца не видно. На этот раз особенно влияния погоды на мои боли отметить не могу; последние дни мне опять стало лучше; боли бывают редко, раза 4 или 5 в день.

Посылаю детям открытки. Целую всех крепко-крепко.

А.Абрикосов



Дружеский шарж. 1930-е годы.

5 июня

Дорогая Фанничка!

Вчера при купании я измучился от каменистого пляжа, ужасно больно ходить босиком. Сегодня утром в гараже взял куски покрышки от автомобильной шины, пошел в «Гаспру» к сапожнику, который тут же за 5 руб. сделал мне прекрасные сандалии — босоножки на ремешках. Поэтому я мог сегодня купаться безболезненно. Вода 18,5°, купание — наслаждение! Мне кажется, мои боли стали сразу затихать. Вчера давали концерт [неразборчиво]; я сбежал — слушать невозможно, я боялся, что у меня опять начнутся схватки в животе. Сегодня будет петь Н.М., играть Барينو¹ и пианист; это будет лучше.

Приходила старшая сестра и усиленно предлагала переселиться в центральный замок: комнату №1 или какую-нибудь другую; я уклонился от этой чести (не сердись!). Деньги сегодня получил и теперь могу расплатиться за все (Н.М. свою часть за поездку отдала). Получил письмо от И.В.Давыдовского² о конференции прозекторов.

Целую крепко.

А.Абрикосов

¹ Мария Николаевна Барينو¹ (1878—1956) — советская пианистка и педагог.

² Ипполит Васильевич Давыдовский (1887—1968) — патологоанатом, заслуженный деятель науки РСФСР, академик АМН СССР, Герой Социалистического Труда. Один из организаторов здравоохранения и патологоанатомической службы. С 1911 г. прозектор Яузской больницы (с 1917 г. — Городской клинической больницы №23 им.Всемедикосантруда, «Медсантруд», ныне ГКБ



Вместе на отдыхе в Мариенбаде. Начало 1930-х гг.

им.И.В.Давыдовского), в которой работал на протяжении полувека. С 1921 г. возглавил прозекторскую комиссию Московского городского отдела здравоохранения. С 1924 г. заведующий лечебным отделом московского здравоохранения. Разделял взгляды Абрикосова на значение патологической анатомии для медицины и продвигал их в систему здравоохранения. С 1930 г. и до конца жизни возглавлял кафедру патологической анатомии 2-го Московского медицинского института. В годы Великой Отечественной войны главный патологоанатом эвакогоспиталей Наркомздрава СССР. Вместе с Абрикосовым участвовал в создании единой военно-полевой хирургической доктрины. С 1955 г., после смерти Абрикосова, редактор журнала «Архив патологии». Абрикосов и Давыдовский в течение всей жизни были тесно связаны рабочими и дружескими отношениями.

6 июня

Дорогая Фанничка!

Завтра 7 июня я с компанией отправляюсь в Бати-Лиман¹ и 8 июня оттуда вернусь в «Гаспру». Интересно посмотреть, что это такое, очень хвалят. Чувствую себя хорошо, мне кажется, что морские купания мне приносят замечательную пользу.

Целую тебя и детей.

ААбрикосов

¹ Батилиман — урочище и бухта в Балаклавском районе. Здесь в начале XX в. известными российскими писателями, художни-

ками, учеными, меценатами был построен элитный дачный поселок, коллективное имение, получившее название «Профессорский уголок». В 1924 г. он был передан АН СССР и преобразован в дом отдыха для ученых. Существенным недостатком было отсутствие надежных источников воды.

8 июня

Бати-Лиман

Дорогая Фанничка!

Здесь, в Бати-Лимане, чудесный песчаный пляж (вернее, несколько пляжей). Это обстоятельство, а также близость моря являются весьма важными положительными сторонами, особенно при поездке с детьми (опять стали разрешать брать детей). Однако бытовые условия здесь послабее, чем в «Гаспре». Завтра возвращаемся в «Гаспру».

Крепко целую.

А.Абрикосов

11 июня

Дорогая Фанничка!

Доживаю последние дни в «Гаспре». Все здесь идет по-прежнему. Погода прохладная, ветреная. Надоело мне здесь изрядно. Стремлюсь домой. Надеюсь, у вас все благополучно. Крепко целую; очень скучаю по детям.

ААбрикосов

Новости науки

Космические исследования

Обзор неба в рентгеновских лучах

Институт космических исследований (ИКИ) РАН совместно с Ракетно-космической корпорацией «Энергия» им.С.П.Королева готовит эксперимент «Монитор всего неба» по высокоточному измерению космического рентгеновского фона (КРФ). Для этого специалисты планируют в 2016 г. установить на внешней поверхности российского сегмента Международной космической станции (МКС) ориентированный в зенит рентгеновский телескоп. Внутри МКС будет размещаться блок управления, связанный с монитором через кабельную сеть станции.

Уникальность КРФ состоит в том, что он содержит информацию обо всех объектах Вселенной, в том числе о тех, излучение которых находится за пределами чувствительности современных рентгеновских телескопов, и это позволяет использовать его для решения ряда фундаментальных научных задач. Например, поверхностная яркость КРФ позволяет оценить рост всех сверхмассивных черных дыр в истории Вселенной.

Однако при том, что измерение КРФ с момента открытия явления в 1962 г. американской группой AS&E («American Science and Engineering») всегда относилось к основным целям любой астрофизической обсерватории, точность знания его спектра остается низкой и составляет 10–12%. Главная причина — в трудности отделения КРФ от других регистрируемых одновременно излучений: инструментального фона, вызываемого флюоресценцией материалов прибора, и внешнего радиационного фона, не относящегося к КРФ. Решение этих проблем требует специализированной аппаратуры и оптимизации миссии на одну конкретную цель.

Стоит отметить, что первоначально этот эксперимент не предназначался для измерения КРФ. Специалисты хотели отработать на МКС в интересах будущих космических рентгеновских миссий технологии, связанные с использованием новых многоэлементных полупроводниковых детекторов на основе теллурида кадмия (CdTe), которые регистрируют спектр падающих фотонов в диапазоне от 6 до 70 кэВ. Для этого в ИКИ РАН создали рентгеновский монитор с четырьмя детекторами площадью по 3,5 см². Поле зрения каж-

дого было ограничено углом 3,2° с помощью цилиндрического экранирующего трехслойного (Al-Cu-Sn) коллиматора (оптического устройства для получения пучков параллельных лучей). При весе 50 кг и сечении 0,45 × 0,45 м высота прибора составляла около 1 м. Позднее, когда эксперимент оказался в руках астрофизиков-теоретиков, его концепция изменилась: технологическая миссия по отработке новых детекторов превратилась в научную, по измерению КРФ. Предпосылками использования прибора в новых целях стали его соответствие спектральному диапазону КРФ, нахождение орбиты МКС под радиационными поясами Земли (что обеспечивает низкий внешний радиационный фон) и зенитная ориентация монитора, позволяющая сканировать 83% небесной сферы каждые 72 дня за счет орбитального движения станции.

Чтобы при регистрации сигнала отделить космический радиационный фон от инструментального, в состав монитора ввели вращающийся экран, который может периодически перекрывать поле зрения каждого детектора, защищая его от внешнего излучения. Уровень КРФ при этом определяется как превышение сигнала с открытого детектора над сигналом с экранированного. Моделирование показало: за три года непрерывных наблюдений (а именно столько будет длиться эксперимент) погрешность измерений спектра КРФ составит менее 1%, что лучше текущих показателей.

© Семена Н.П.,

кандидат технических наук
Институт космических исследований РАН
Москва

Астрофизика

Первый внегалактический мазер: взгляд с «Радиоастрона»

Международная группа ученых, работающая в проекте «Радиоастрон» над исследованием космических мазеров (природных лазеров в радиодлинах молекул водяного пара и гидроксила), впервые зарегистрировала мазерное излучение от внегалактического объекта — аккреционного диска в галактике NGC 4258 (Мессье 106), находящейся на расстоянии примерно 24 млн св. лет в направлении созвездия Гончие Псы.

Практически сразу после создания в середине прошлого века советскими и американскими физиками первых земных мазеров (квантовых генераторов, излучающих когерентные электромагнитные волны сантиметрового диапазона — микроволны) астрономы обнаружили их природные аналоги в далеком космосе. Источниками пучков микроволнового излучения, как правило, выступали относительно скромные по космическим меркам объекты — облака молекулярного газа, атмосферы звезд или кометы. Их излучение было слабым по своей природе, из-за чего исследования в основном ограничивались пределами нашей Галактики. Но через некоторое время, в 1980-х годах, астрофизики обнаружили и более мощные объекты, светимость которых в миллионы раз превышала светимость мазеров в областях звездообразования и оболочках звезд нашей Галактики, в связи с чем их стали называть мегамазерами.

Несмотря на высокую мощность таких источников, найти следы их существования не так просто. И эта задача стала настоящим испытанием для космической обсерватории «Радиоастрон», в 2011 г. запущенной на орбиту Российской академией наук и Федеральным космическим агентством «Роскосмос». Ее 10-метровая рефлекторная антенна вместе с крупнейшими наземными радиотелескопами и станциями слежения образует систему, позволяющую изучать структуры различных объектов Вселенной с разрешением до десятков угловых миллисекунд (что в миллионы раз лучше разрешения человеческого глаза). В качестве пробной цели ученые избрали хорошо изученную галактику NGC 4258, в которой мегамазер был обнаружен еще в 2005 г.

В ходе эксперимента сигнал от компактных мазерных пятен, находящихся в газовом аккреционном диске вокруг сверхмассивной черной дыры, был зарегистрирован с использованием баз между космическим радиотелескопом «Спектр-Р» и двумя наземными станциями: 100-метровым радиотелескопом в Грин-Бэнке (США) и 32-метровым телескопом в Торунь (Польша). Проекция базы интерферометра в этих наблюдениях достигала размеров, равных примерно двум диаметрам Земли, что соответствует разрешению около 0.11 угловых мс.

Успешная регистрация внегалактического мазера с помощью наземно-космической обсерватории «Радиоастрон» открыла возможность проведения исследований подобных объектов методом космической интерферометрии. Он позволяет многократно увеличить угловое разрешение, необходимое для определения точных положений мазеров и исследования движений газа в околоядерных дисках других галактик, что чрезвычайно важно для измерения расстояний и изучения структуры Вселенной.

По материалам Агентства научной информации «ФИАН-информ»
<http://www.fian-inform.ru>

Биохимия

Проверка качества воды светом

По данным Всемирной организации здравоохранения, почти 3 млрд жителей планеты употребляют воду плохого качества. Ежегодно от этого умирают 18 млн взрослых и 4 млн детей. Более половины всех смертей связаны с высокой бактериальной загрязненностью питьевых источников. Поэтому создание чувствительных, быстрых, точных и простых способов оценки качества воды жизненно необходимо.

Методик для оценки бактериологических показателей качества воды множество, но, как правило, они сложны и требуют больших временных затрат. Иногда результата приходится ждать несколько часов. В Институте природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета разработали методику, позволяющую за 5–10 мин определить в пробе количество живых бактерий, способных к росту и размножению. Она основана на измерении интенсивности флуоресцентного сигнала от восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (Reduced nicotinamide adenine dinucleotide — NADH) — сложной молекулы, участвующей в регуляции многих важнейших процессов бактериальной клетки*. Как природный флуорофор, NADH способна флуоресцировать в определенном диапазоне длин волн (440 — 460 нм) при соответствующих условиях возбуждения**. Эти параметры хорошо известны и широко используются для измерения окислительно-восстановительных реакций в клетке. Однако для поиска живых клеток NADH еще не применяли. В том и состоит новизна предложенного подхода.

Для наблюдения флуоресценции важного компонента бактерии пробу воды помещают в спектрофлуориметр, снабженный источником света — ксеноновой лампой высокого давления. Излучение от лампы поступает к монохроматору возбуждения, который дает на выходе свет с заданной длиной волны. Попадая на образец, он инициирует флуоресценцию никотинамидадениндинуклеотида. Интенсивность сигнала NADH напрямую зависит от концентрации микроорганизмов в исследуемом объеме воды: чем больше бактерий, тем он выше. Количественный состав бактерий определяют с помощью градуировочного графика, а уровень бактериальной загрязненности оценивают в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охра-

* Бульчева Е.В., Воронова О.А., Короткова Е.И. и др. Методика внутриклеточного метаболита in situ при оценке общей бактериальной загрязненности природных вод // Изв. высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2014. Т.57. №11. С.8—10.

** Bulycheva E.V. et al. Fluorescence analysis of E.coli bacteria in water // Procedia Chemistry. 2014. V.10. P.179—183.

на природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».

Метод высокочувствителен: с его помощью можно обнаружить очень малые количества загрязняющих веществ в анализируемом растворе — до 10^{-12} — 10^{-15} г/л. Кроме того, он значительно экономит время: за короткий промежуток (флуоресценция происходит через 10^{-9} с после поглощения света) можно исследовать несколько проб на небольшом по объему материале. При этом для измерения не нужна сложная аппаратура.

Технологию тестирования воды уже апробировали на местных реках Тотьма, Ушайка и Басандайка. Ее потенциальными потребителями могут стать водоподготовительные станции и производства, предусматривающие бактериологический контроль качества воды, экологи и просто обыватели. В Институте природных ресурсов планируют создать на основе метода флуориметрии мобильный прибор для автоматического экспресс-анализа воды.

© Булычева Е.В.,
Короткова Е.И.,

доктор химических наук
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Зоология

Обнаружены нервы в копулятивных органах пауков

Почти вся систематика пауков на уровне видов, а отчасти даже родов и семейств основана на особенностях строения их органов воспроизводства. Описывая новый вид паука, обязательно надо давать изображение копулятивных органов (мужского — пальпуса и женского — эпигины) и указывать их отличительные признаки. Эпигина — в большинстве случаев хитинизированный вырост-нашлепка, расположенный непосредственно над половым отверстием, а пальпус — видоизмененный крайний членик конечности (педипальпы). Устроен он довольно сложно: состоит из цимбиума (от греч. *κυβη* — лодка) и примыкающего к нему бульбуса — нескольких маленьких склеритов, соединенных мембранами-гематодохами. В спокойном состоянии склериты аккуратно уложены в лунке цимбиума, когда же в бульбус закачивается кровь, склериты приподнимаются друг над другом, приводя орган в «рабочее» состояние.

Во время спаривания самец вводит в эпигину или прикладывает к ней выросты верхнего склерита бульбуса и изливает семенную жидкость. Но не все так просто. Дело в том, что протоки семенников открываются на брюшном отделе, до которого самец, как правило, не способен дотянуться вершиной пальпы, чтобы заправить свой копулятивный орган семенной жидкостью. Для этого паук строит особую сеточку из нескольких нитей паутины, выделяет туда каплю семени и лишь затем «заправляется».

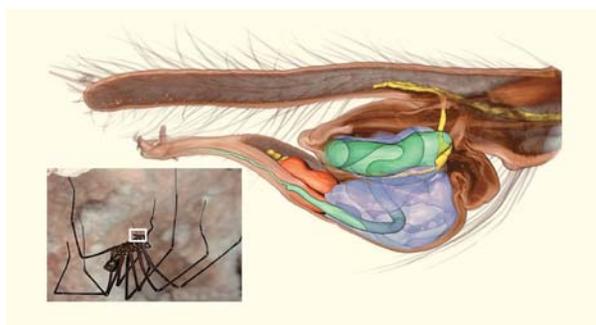
Как ни удивительно, но до сих пор никаких нервных окончаний в пальпесе пауков обнаружено не было, и оставалось непонятным, как может автономно работать столь слаженный механизм. Ясность внесла статья немецких исследователей Э.Липке, Й.Хаммеля и П.Михалика из Грайфсвальдского университета им. Эрнста Морица Арндта и Йенского университета им. Фридриха Шиллера*. Ученые, используя современный метод компьютерной томографии, обнаружили два нервных пучка в пальпесе пещерного паука из Тасмании *Hickmania troglodytes***.

Первый, крупный и заметный, был расположен около резервуара семенной жидкости в основании бульбуса, второй, гораздо меньшего размера и плохо различимый, — на его вершине, ближе к той части, которая вводится в эпигину самки. Помимо этого, очень важного, открытия, удалось обнаружить также две ранее неизвестные железы, прилежащие к эякуляторному каналу бульбуса.

Очевидно, что пока единственная находка не позволяет распространить полученные данные на все 45 тыс. известных ныне видов пауков. Надеюсь, что поиск нервных пучков будет продолжен и у других пауков, более обычных, в том числе обитающих в Европе. Однако результаты немецких исследователей в очередной раз продемонстрировали блестящие возможности применения метода компьютерной томографии для арахнологических исследований, в первую оче-

* Lipke E, Hammel J, Michalik P. First evidence of neurons in the male copulatory organ of a spider (Arachnida, Araneae) // Royal Society Biol. Lett. V.11. №20150465. P.1—4. Doi:10.1098/rsbl.2015.0465

** Этот паук относится к необычной группе подотряда Araneomorphae, обладающих, подобно примитивным паукам из других подотрядов, двумя парами легких, а не одной, как это типично для подавляющего большинства аранеоморфных пауков. Я бы назвал такой выбор объекта для морфологического исследования в Европе слегка экзотическим, зная проблемы, которые приходится преодолевать при вывозе живого материала из Австралии.



Изображение пальпуса (его местоположение отмечено прямоугольником на фотографии самца паука *H. troglodytes*). Желтым цветом выделены нервные пучки, зеленым — резервуар и эякуляторный канал, розовым и фиолетовым — ранее неизвестные железы.

редь в области морфологии. И еще один важный вывод лично для автора этой заметки: надо попытаться поработать на томографе с пауками; такая аппаратура в наше время доступна и в Москве.

© Михайлов К.Г.,

кандидат биологических наук

Зоологический музей МГУ им.М.В.Ломоносова

Москва

Археология

Гребень с охотничьим сюжетом из Северного Приохотья

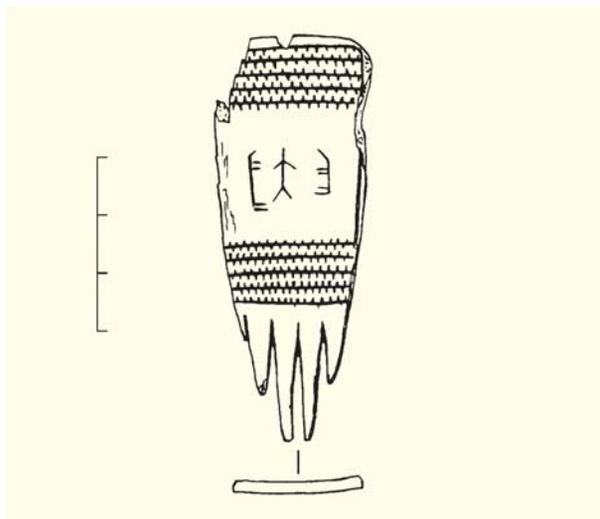
Токаревская культура (VIII в. до н.э.—V в. н.э.) — одна из интереснейших и ярких приморских культур Тихоокеанского Севера. Ее носителями были предки коряков. Стоянки и поселения располагались на побережье и островах Северного Охотоморья. Хозяйство токарецев ориентировалось на прибрежные ресурсы. Они занимались промыслом мелких тюленей, рыболовством и собирательством моллюсков в литоральной зоне, кореньев, шишек кедрового стланика и ягод, иногда охотились на наземных животных и птиц. Их жилища, слегка углубленные, имели в основном овальную и округлую форму диаметром 5—9 м, а очаги, выложенные из вертикально поставленных камней, — прямоугольную*.

Археологические материалы токаревской культуры содержат предметы, отражающие духовную жизнь древних обитателей Северного Приохотья. Стабильная и продуктивная хозяйственная деятельность способствовала развитию резьбы по камню, созданию из этого материала многочисленных украшений, а также орнаментации на костяных орудиях**. Их в большом количестве изготавливали в поздний период токаревской культуры (в конце 1-го тыс. до н.э. — начале 1-го тыс. н.э.). Рисунок на орудие в виде тонких линий, очевидно, наносился железными резцами, что говорит о широком использовании жителями металла. Специалисты Северо-Восточного комплексного НИИ им.Н.А.Шило ДВО РАН, исследовавшие стоянки североохотского побережья, обнаружили там рукоятки резцов, которые оснащались железными лезвиями (верхняя стоянка о.Завьялова, поселения Спафарьева и Ольское), а также металлические изделия: небольшой стерженек шила прямоугольного сечения и коленчатый составной нож с клинком из меди и рукояткой из кости (поселение Спафарьева).

Наконечники гарпунов, гребни, проколки, рукоятки резцов и другие бытовые костяные предме-

* Лебединцев А.И. Древние приморские культуры Северо-Западного Приохотья // Л., 1990.

** Лебединцев А.И. Художественные сюжеты и орнаментальные мотивы в искусстве токаревской культуры // Археологические исследования на Севере Дальнего Востока. Магадан. 1996. С.140—159.



Гребень из оленьего рога с Ольского поселения.

ты отличаются своеобразным орнаментом, выполненным с помощью резьбы или накальвания в виде прямоугольной и косой сетки, прямых линий со шпорами, зигзагов, треугольников, растительного орнамента, косого креста, ромбовидных фигур, точечного орнамента, пунктирных и параллельных линий, широких желобков.

На нескольких костяных предметах (Ольское поселение), относящихся к эпохе палеометалла (IV в. до н.э. — II в. н.э.), встречаются антропоморфные фигуры. Особо примечателен гребень для обработки растительных волокон из оленьего рога с удлиненной рукоятью и четырьмя короткими зубцами, два из которых по краям обломлены. В верхней части остались следы неудачной попытки сверления с двух сторон с целью проделывания отверстия для подвешивания. В средней части зубцов с обратной стороны видна сильная сработанность, образовавшаяся, по-видимому, от расчесывания растительных волокон. На лицевой стороне рукояточной части — орнаментация прямыми резными линиями с насечками, симметрично расположенными сверху и снизу. По центру между этими зонами композиция из трех фигур: средняя — схематичное изображение человека, а по краям, вероятно, фигуры наземных животных, скорее всего медведей. Вполне возможно, что в этом сюжете изображен охотник со своей добычей.

Сходное антропоморфное изображение присутствует и на подвеске из камня (находка с о.Недоразумения), изготовленной из шлифованной светло-коричневой пластинки. Подобные схематичные линейные антропоморфные рисунки встречаются среди петроглифов Чукотки и Якутии.

© Лебединцев А.И.,

кандидат исторических наук

Северо-Восточный комплексный

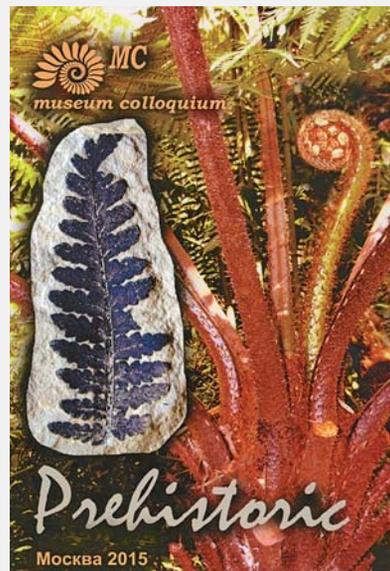
научно-исследовательский институт им.Н.А.Шило ДВО РАН

Магадан

Палеонтология. Организация науки

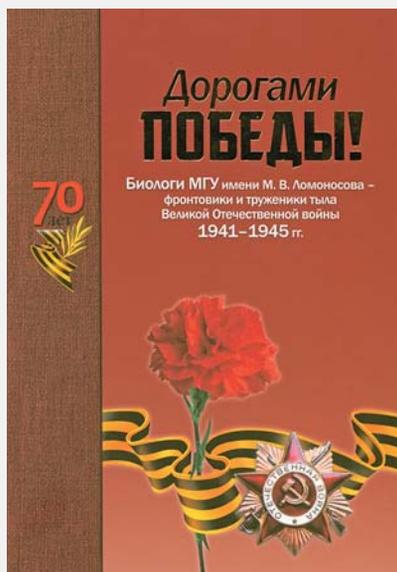
PREHISTORIC. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ: ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ / Отв. ред. С.В.Наугольных. М.: Медиа-Гранд, 2015. 112 с.

В сборник вошли статьи, посвященные разным аспектам палеонтологии и охраны уникальных местонахождений ископаемых остатков животных и растений. Важное место отведено вопросам музееведения, хранения и экспонирования палеонтологических коллекций в Палеонтологическом музее им.Ю.А.Орлова, Государственном биологическом музее им.К.А.Тимирязева, Кунгурском историко-архитектурном и художественном музее-заповеднике, Государственном геологическом музее им.В.И.Вернадского, Музее истории мироздания (г.Дедовск Московской обл.), Андреапольского районного краеведческого музея (Тверская обл.) и др., а также методическим приемам изучения различных ископаемых остатков. Рассмотрены вопросы морфологии и систематики аммоноидей, водных хелицерных и высших растений (сфенофилов, птеридоспермов и гинкгофитов). Рассказано об уникальном палеоихтиологическом объекте «Андо́мская гора» (Вологодская обл.). Публикации отражают тематику Палеонтологического музейного симпозиума, организованного Геологическим институтом РАН и Кунгурским историко-архитектурным и художественным музеем-заповедником 22—26 апреля 2015 г. в Кунгуре.



История науки

ДОРОГАМИ ПОБЕДЫ! БИОЛОГИ МГУ имени М.В.Ломоносова — ФРОНТОВИКИ И ТРУЖЕНИКИ ТЫЛА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 1941—1945 гг. / Сост.: Л.Л.Данилкина, Е.Н.Жукова, В.Г.Крейер. М.: Изд-во Московского университета, 2015. 248 с.



Многие студенты, аспиранты и сотрудники биологического факультета Московского университета ушли на фронт и стали летчиками, моряками, танкистами, артиллеристами, саперами, переводчиками, партизанами и т.д. Немало биологов записалось в ополчение и было включено в 8-ю Краснопресненскую дивизию. В июле 1941 г. все оставшиеся в Москве студенты первых трех курсов были отправлены в совхоз «Красная пойма» Луховицкого р-на Московской обл. Для охраны университета сформировали университетский штаб МПВО, и большая группа студентов и сотрудников факультета несла постоянную службу на крышах университетских зданий для защиты от зажигательных бомб. В сентябре и октябре 1941 г. часть университета эвакуировалась в Ашхабад, а затем, в начале 1943 г., — в Свердловск, где оставалась до августа того же года. Книга посвящена 70-летию победы в Великой Отечественной войне. Ее содержание составляют биографические сведения о студентах, аспирантах и сотрудниках биологического факультета, погибших в сражениях, о вернувшихся с фронта и продолживших учебу или работу на факультете, об ушедших работать в другие организации, о биологах, работавших в тылу. Опубликованы также воспоминания о войне многих биологов — фронтовиков и тружеников тыла, документальные материалы и фотографии ветеранов войны.

Правила для авторов

Журнал «Природа» публикует работы по всем разделам естествознания: результаты оригинальных экспериментальных исследований; проблемные и обзорные статьи; научные сообщения и краткие рефераты наиболее примечательных статей из научных журналов мира; рецензии; персоналии; материалы и документы по истории естественных наук. Поскольку статьи адресуются неспециалистам, желающим знать, что происходит в смежных областях науки, суть проблемы необходимо излагать ясно и просто, избегая узкопрофессиональных терминов и математически сложных выражений. Авторами могут быть специалисты, работающие в том направлении, тема которого раскрывается в статье. Без предварительной апробации научным сообществом статьи не принимаются, а принятые к публикации в «Природе» рецензируют-

ся и проходят редакционную подготовку.

Допустимый объем статьи — до 30 тыс. знаков (с пробелами). В редакцию статьи можно прислать по электронной почте прикрепленными файлами или на любом из следующих носителей: компакт-дисках CD-R или CD-RW; дисках DVD+R или DVD+RW; дисках Zip 100 Mb; на устройствах, поддерживающих USB. Для сжатых файлов необходимо представить свой архиватор. Самораспаковывающиеся архивированные файлы не принимаются.

Текст статьи, внутри которого библиографические ссылки нумеруются по мере цитирования, аннотация (на русском и английском языках), таблицы, список литературы и подписи к иллюстрациям оформляются одним файлом в формате MS с расширением doc, txt или rtf. Иллюстрации присылаются отдельными файлами. Если пере-

сылаемый материал велик по объему, следует архивировать его в формат ZIP или RAR.

Принимаются растровые изображения в форматах: EPS или TIFF — без LZW-компрессии. Цветные и полутоновые изображения должны иметь разрешение не ниже 300 dpi, черно-белые (B/W, Bitmap) — не менее 800 dpi. Принимаются векторные изображения в формате COREL DRAW CDR (версии 9.0—11.0) и Adobe Illustrator EPS (версии 5.0—8.0).

Редакция высылает автору статью для согласования только в виде корректуры. Все авторские исправления необходимо выделять цветом, курсивом, полужирным шрифтом и т.д. и не трогать формулы и специальные символы (греческие буквы, математические знаки и т.п.), в которых ошибки не допущены.

Поступление статьи в редакцию подтверждает полное согласие автора с правилами журнала.

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 16.09.2015
Формат 60×88 1/8
Бумага офсетная. Офсетная печать
Усл. печ. л. 11,16. Уч. изд. л. 12,2
Тираж 416 экз.
Заказ 613
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



Иммунная система успешно защищает наш организм от множества вирусов и бактерий, но может быть малоэффективна против раковых клеток. Долгое время считалось, что причина тому кроется в их схожести с нормальными, здоровыми клетками. Однако позднее стало ясно, что это объяснение, хотя и важное, но не единственное. Оказалось, что раковые клетки умеют переориентировать иммунную систему от борьбы с опухолью на ее защиту. Поняв механизмы этого процесса и научившись управлять иммунным ответом столь же эффективно, как это делают злокачественные опухоли, ученые надеются «переиграть» эту болезнь, которая остается одной из главных причин смертности в России и в мире.

Кондратова М.С. ОДУРАЧЕННЫЕ МАКРОФАГИ:
КАК РАКОВЫЕ КЛЕТКИ ОБМАНЫВАЮТ ИММУНИТЕТ

